

## Bewertung und Betriebsprüfung von Ständerwicklungs-Isolierungen\*\*)

Von Arnold Wichmann, Mülheim/Ruhr\*)

DK 621.313.1.043.2.045.048.1.001.4

### Stand der Isoliertechnik

Für die Isolierung von Hochspannungswicklungen elektrischer Maschinen wurden viele Jahre lang zwei grundlegende Systeme und Herstellungsverfahren angewendet:

In den USA bevorzugte man eine durchgehende, handgewinkelte Glimmer-Bandisolierung im Nut- und Wickelkopfteil, die in mehreren Fertigungsschritten mit Asphalt unter Vakuum imprägniert wurde. In Europa dagegen isolierten viele Hersteller ihre Maschinenwicklungen im Nutteil mit Glimmerhülsen, die durch Einrollen und Aufbügeln von Schellack- oder Asphalt-Mikafolium auf heißen Bügelpressen hergestellt wurden, und im Wickelkopfteil mit Glimmer- und Lackgewebebändern. In beiden Isolationsarten hat sich Spaltglimmer als tragender Bestandteil für die thermisch, mechanisch und elektrisch hoch beanspruchte Nutisolierung bewährt. Schwierigkeiten entstanden bei Asphalt-Isolierungen dadurch, daß bei zu starker Erwärmung die Klebkraft des Bindemittels nicht genügte und Verschiebungen der Isolierung zuließ. Eine Verbesserung war um so dringlicher, als mit steigender Typenleistung der Maschinen eine höhere Zuverlässigkeit der Isolation gefordert werden mußte.

Die Anwendung von härtbaren Polyesterharzen an Stelle von Asphalt für die Imprägnierung von Glimmer-Bandisolierungen brachte vor 10 Jahren einen entscheidenden Fortschritt in der technischen Qualität und auch eine Vereinfachung des Herstellungsverfahrens, weil die dünnflüssigen Harze bei einer einzigen Vakuumtränkung auch dicke Isolierungen zuverlässig durchdringen [1].

Andere Entwicklungsrichtungen gingen dahin, gleichzeitig mit hochwertigen Epoxydharzen Feinglimmerfolien an Stelle des Spaltglimmers zu verwenden [2] oder ganz auf den bewährten Glimmer zu verzichten und die Isolierung aus Epoxydharz mit Glasseide oder aus Silikongummi-Produkten aufzubauen.

Bei den Herstellern der Mikafolium-Isolierung in Europa konnten zunächst alle technischen Anforderungen nach der Überwindung von Materialschwierigkeiten während der Kriegs- und Nachkriegsjahre durch das dort bewährte Isoliersystem erfüllt werden, wobei ein Innenglimmschutz Glimmentladungen am Kupfer verhinderte und bereits seit 1952 härtbare Kunstharze dem Bindemittel zugesetzt und nach dem Aufbügeln in Warmpressen ausgehärtet wurden. Damit wurden die Warmfestigkeit und die mechanischen Eigenschaften verbessert und eine gute elektrische Dauerfestigkeit erreicht. Der Anwendung der verbesserten Mikafolium-Isolierung sind aber Grenzen gesetzt, wenn der Härteprozeß zusätzlich zum Bügelverfahren bei Maschinen mit sehr vielen kleinen Stäben oder Spulen unwirtschaftlich wird, oder wenn bei Generatoren mit direkter Kühlung des Leiterkupfers das Aufbügeln des Mikafoliums auf sehr

große, bereits abgeogene Stäbe in Bügelpressen schwierig wird. Andererseits schließt bei großen Isolierungsdicken (Spannungen über 16 kV) die Gefahr des Wärmedurchschlages die Verwendung von Bindemitteln mit einem hohen Verlustfaktor bei Betriebstemperatur aus.

Derartige Gründe bestimmen heute die allgemeine Tendenz, vorhandene Isolierungen zu verbessern oder neue zu entwickeln und einzuführen, die besonderen Anforderungen in den Herstellungsverfahren und den Betriebseigenschaften entsprechen [3]. Die Untersuchungen für neue Isolationsysteme beginnen mit der Auswahl der Stoffe, der Prüfung ihrer mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften in Alterungsversuchen und enden nach der Anpassung des Fertigungsverfahrens in der Erprobung der fertigen Isolierung unter Bedingungen, die den Betriebsverhältnissen möglichst gut nachgebildet sind.

Mit den Bemühungen um die Verbesserung der Isolation sind die Anstrengungen, geeignete Verfahren zum Prüfen und Bewerten ihres Betriebsverhaltens zu finden, unlösbar verknüpft [4, 5]. Als entscheidende Qualitätseigenschaft muß eine Hochspannungsisolations ausreichende elektrische Festigkeit haben und über möglichst lange Zeit behalten. Das läßt sich nur in Prüfungen mit erhöhter Feldstärke feststellen, die bis zur Zerstörung führen. Daneben lassen sich aber durch Wechsellspannungsmessungen und Untersuchungen mit Gleichspannung Aussagen über die Isolation in zerstörungsfreien Prüfungen gewinnen, die sowohl bei der Bewertung von neuen Isolierungen als auch für die Überwachung der Fertigung sowie der Isolation im Betrieb in gleicher Weise geeignet sind. Die hierfür anwendbaren Prüfverfahren sollen an Hand von Erfahrungen aus der Praxis der Isolationsentwicklung und der Betriebsüberwachung beschrieben werden.

### Wechsellspannungsprüfungen

#### Elektrische Festigkeit

Entsprechend der Hauptaufgabe, das Wicklungskupfer vom Ständerblechpaket elektrisch zu isolieren, stehen die elektrischen Eigenschaften einer Hochspannungsisolations an erster Stelle. Ausreichende dielektrische Festigkeit muß deshalb an jeder Maschine vor Lieferung oder Betriebsbeginn durch eine Spannungsprüfung mit einem vielfachen der Nennspannung nachgewiesen werden. Dadurch ist gesichert, daß ein bestimmtes Mindestmaß der Spannungsfestigkeit nicht unterschritten wird.

Die wirkliche elektrische Festigkeit läßt sich jedoch nur in besonderen Versuchen durch Beanspruchung mit erhöhter Spannung bis zum Durchschlag ermitteln. Bild 1 gibt eine Vorstellung von der Dauerfestigkeit glimmerhaltiger Isolierungen, deren Zuverlässigkeit gegen elektrische Beanspruchung durch lange Betriebserfahrungen erwiesen ist. Die außerordentlich hohen Werte der Mikafolium-Isolierung sind durch die Verwendung von großflächigem Spaltglimmer erzielt. Für die Glimmer-Bandisolierungen werden aus Preisgründen oft geringere Qualitäten verarbeitet, weil groß-

\*) Dr. rer. nat. A. Wichmann ist Leiter des Laboratoriums für Generatorenbau im Mülheimer Werk der Siemens-Schuckertwerke AG.

\*\*) Nach einem Vortrag auf der „3. Isolierstoff-Anwendungs-Konferenz 1960“ in Chicago, USA.



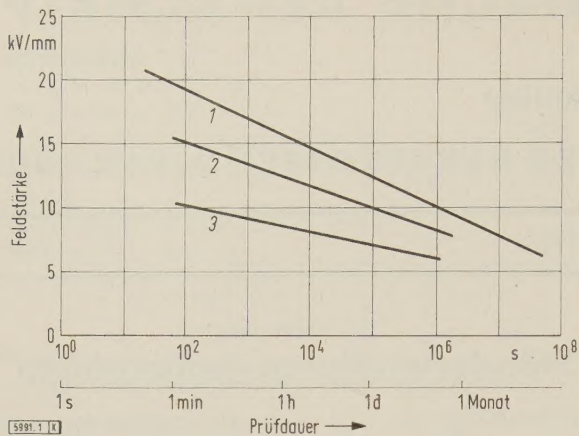


Bild 1. Dauerspannungsfestigkeit von Generatorstab-Isolierungen.

- 1 Schellack-Mikafolium-Isolierung
- 2 Thermalastic-Isolierung nach [1]
- 3 Asphaltimprägnierte Glimmer-Bandisolierungen [1]

flächiger Glimmer ohnehin bei der Bandherstellung zerschnitten wird. Das hat auch eine geringere elektrische Festigkeit zur Folge, wie aus Bild 2 hervorgeht, in dem die Durchschlagsfestigkeit von Schellack-Mikafolium-Isolierung mit verschieden großem Spaltglimmer angegeben ist [22].

Bei der Verwendung entsprechend guten Glimmers kann man aber auch mit Bandisolierungen gleich hohe elektrische Festigkeit erzielen, wie in Bild 3 dargestellt ist. Die Kurve 1 gibt Zeit-Durchschlagswerte einer unter Vakuum mit Polyesterharz imprägnierten Papier-Glimmerband-Isolierung, die praktisch denen von guten Mikafoliumhüllen gleich sind. Außerdem spielt das verwendete Harz, der Trägerwerkstoff und die Verarbeitung eine Rolle, wie die Kurve 2 andeutet, die an einer mit einem Träger aus Polyester hergestellten Isolation gewonnen wurde. Besonders niedrige Werte zeigte eine Isolation ohne Glimmer aus Silikongummi mit breiten Glasseidebahnen als Träger und Füllstoff (Kurve 3).

Derartige Dauer-Spannungskurven gelten streng nur für den Bereich, in dem Durchschlagswerte gemessen wurden, und man kann diesem Bewertungsverfahren entgegenhalten, daß die Beanspruchung bei der normalen Betriebsspannung ja viel geringer ist. Deshalb muß man anstreben, Durchschlagswerte bei möglichst langen Zeiten und geringer Spannung zu ermitteln, um sicher zu sein, daß von Messungen mit höherer Feldstärke auf die Festigkeit bei Betriebsbeanspruchung geschlossen werden kann. Es ist aber leicht einzusehen, daß eine Isolation mit hohem Durchschlagswert im neuen Zustand einer solchen mit geringem Anfangswert auch auf lange Dauer überlegen ist, wenn beide gleichartig sind.

Die in Bild 4 eingetragenen Durchschlagskurven konnten an Wicklungsstäben nach 10 und 19 Jahren Betriebszeit

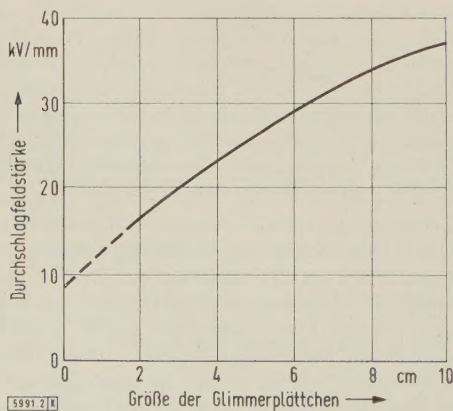


Bild 2. Durchschlagfeldstärke von Schellack-Mikafolium abhängig von der Größe des Glimmers (nach F. Liebscher).

gemessen werden, die nach dem Neuwickeln von Maschinen zur Verfügung standen. Da es sich hierbei um Schellack-Mikafolium-Isolierungen handelte, die während der Kriegs- und Nachkriegszeit (1941 und 1949) aus minderwertigem Werkstoff hergestellt wurden, kann als Ausgangswert nicht die für die jetzige gute Isolation zum Vergleich eingetragene Kurve, sondern etwa eine solche angesehen werden, die den an der 10 Jahre alten Wicklung gemessenen Werten sehr nahe kommt. Denn diese Wicklung für 6,3 kV war nur wenig gealtert und noch ausreichend betriebstüchtig. Kein Durchschlagswert bei kurzen Prüfzeiten lag unter der Prüfspannung für neue Wicklungen. Sie wurde aus anderen Gründen neu gewickelt.

Die 19 Jahre alte Isolation für 10,5 kV Nennspannung dagegen hatte bereits einen Durchschlag während des Betriebes gehabt und war teilweise so weit zerstört, daß die

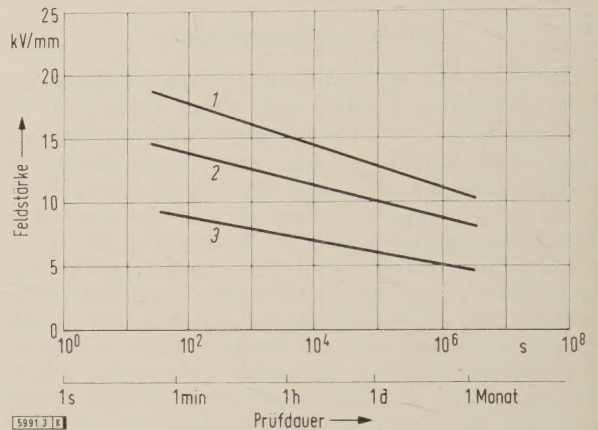


Bild 3. Dauerspannungsfestigkeit von Generator-Isolierungen.

- 1,2 Vakuuminprägnierte Glimmer-Bandisolierungen „Micalastic“
- 3 Silikongummi mit Glasseidengewebe

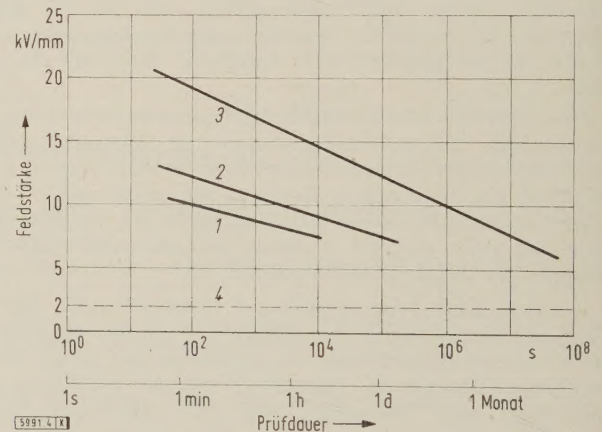


Bild 4. Dauerspannungsfestigkeit von gealterten Schellack-Mikafolium-Isolierungen.

- 1 Stäbe einer 10,5-kV-Wicklung nach 19 Jahren Betrieb
- 2 Stäbe einer 6,3-kV-Wicklung nach 10 Jahren
- 3 Vergleichskurve heutiger neuer Isolierungen (Kurve 1 aus Bild 1)
- 4 Betriebsbelastung

Betriebssicherheit nur durch eine Neuwicklung wieder hergestellt werden konnte, denn die Qualität einer Isolierung wird nicht durch die Mittelwerte der Durchschlagsfestigkeit, sondern durch die niedrigsten Werte bestimmt. Die elektrische Festigkeit der einzelnen Stabisolierungen ist statistisch verteilt und man muß damit rechnen, daß in einem gealterten Zustand, wie ihn die niedrigste Kurve in Bild 4 darstellt, die Durchschlagswerte einzelner Stäbe größere Unterschiede aufweisen, was auch aus den Summenhäufigkeitskurven in Bild 5 hervorgeht.

Bei stark gealterten Wicklungs-Isolierungen sollte man sich durch eine Spannungsprüfung mit 1,5facher Nennspannung zu Revisionszeiten überzeugen, daß auch die schwächste Stabisolierung das notwendige Isolationsniveau noch nicht unterschritten hat. Tritt bei einer derartigen



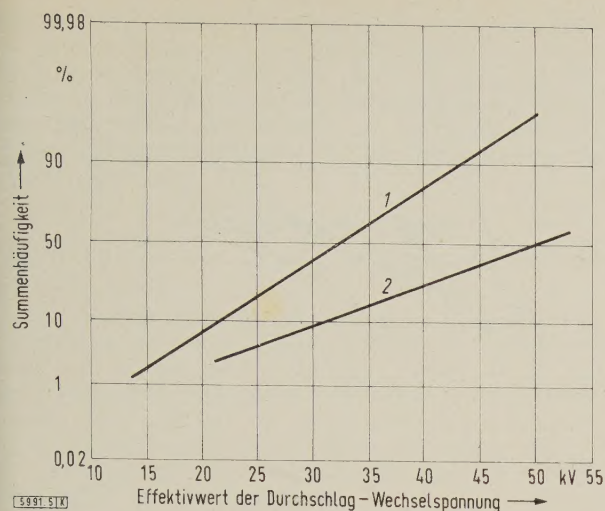


Bild 5. Durchschlags-Wechselspannung gealterter 10,5-kV-Isolierungen eines Turbogenerators.

1 Oberlagestäbe 2 Unterlagestäbe

Prüfung ein Durchschlag auf, so ist das ein Zeichen dafür, daß die Wicklung sich dem Ende ihrer Betriebstüchtigkeit nähert, sofern es sich nicht um eine zufällige örtliche Schwachstelle handelt. Durch den Ausbau durchgeschlagener Stäbe wird eine Beurteilung dieser am meisten gealterten Isolationsteile möglich und man kann einen günstigen Zeitpunkt für die Neuwicklung festlegen, während die Maschine zunächst nach der Reparatur weiter betrieben wird. Nach Bild 5 werden die ersten Fehler in der leichter zugänglichen Oberlage zu erwarten sein. Durch die Aufteilung nach Ober- und Unterlage-Stäben wird erkennbar, daß die thermische Alterung in der wärmeren Oberlage eine verminderte Durchschlagsfestigkeit bewirkt hat.

#### Verlustfaktormessungen

Zu den zerstörenden Einflüssen bei Hochspannungswicklungen in elektrischen Maschinen gehören, neben der thermischen Alterung, Glimmentladungen, die in Luftschlüssen in der Isolierung entstehen können [6]. Die Stärke der Glimmentladungen läßt sich durch Verlustfaktor- und Kapazitätsmessungen abhängig von der Spannung mit großer Genauigkeit in der Schering-Brücke bestimmen und nach statistischen Verfahren auswerten [7]. Verlustfaktor und Kapazität nehmen je nach Luftgehalt der Isolierung

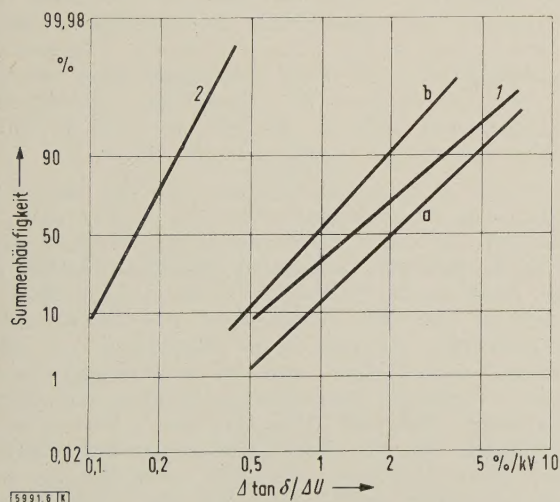


Bild 6. Summenhäufigkeit des Verlustfaktor-Glimmanstiegs von Schellack-Mikafoliumhülsen.

1 Stäbe einer alten Wicklung  
a) Eingangsstäbe mit hoher Betriebsfeldstärke  
b) Sternpunktstäbe mit geringer Betriebsfeldstärke  
2 Stäbe einer neuen Wicklung

von der Glimmeinsatzspannung an zu. Der Anstieg des  $\tan \delta$  in Prozent oder Promille je kV wird im Neuzustand als Maß für die Herstellungsqualität und den Luftgehalt einer Isolierung angesehen und soll möglichst gering sein.

Trotz großer Anstrengungen ist es auch bei Vakuumtränkung mit Kunstharzen bis heute noch nicht gelungen, Spalte und Hohlräume in Glimmer-Isolierungen völlig zu vermeiden. Eine Erhöhung der Isolationsdicke zum Verringern der elektrischen Feldstärke ist nicht in beliebigem Maße möglich, weil dadurch aktives Volumen verloren geht. Man muß deshalb zulassen, daß bei Nennspannung in einem Teil der Isolierung (Phaseneingang) Glimmentladungen auftreten. Die schädigende Wirkung kann aus den Dauerspannungskurven der beschriebenen Art abgeschätzt werden. Sie schaden erfahrungsgemäß einer guten Glimmer-Isolierung nur wenig, sind aber nach langer Betriebszeit doch von Bedeutung.

Das geht aus Messungen des Verlustfaktor-Glimmanstiegs an Stabisolierungen einer alten Wicklung hervor, wenn man die Summenhäufigkeitskurve aufteilt nach der elektrischen Beanspruchung während des Betriebes (Bild 6). Die den Klemmen näher liegenden Stäbe weisen höhere Glimmanstiegswerte auf als die Sternpunktstäbe, während im Ausgangszustand sicher eine gleichmäßige Verteilung über die ganze Wicklung vorgelegen hat. Bei Betriebsschäden oder Prüfungen schlagen im allgemeinen an alten

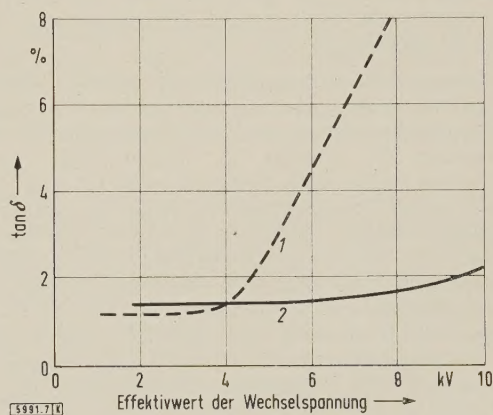


Bild 7. Verlustfaktor über der Spannung an Generatorwicklungen für 10,5 kV.

1 alte Wicklung 2 neue Wicklung

Wicklungen die elektrisch höher beanspruchten Stäbe zuerst durch. Deshalb werden gelegentlich bei Maschinen, deren schlechter Isolationszustand bekannt ist, die aber noch bis zu einem günstigen Zeitpunkt betrieben werden sollen, Eingang und Sternpunkt vertauscht.

Bei der Herstellung neuer Wicklungen strebt man möglichst luftfreie Isolierungen an und kontrolliert schon bei der Fertigung die Qualität von Stabisolierungen durch die Messung des Verlustfaktor-Glimmanstiegs mit der Spannung [7]. Dabei werden Werte in der ebenfalls in Bild 6 dargestellten Größenordnung erreicht, die bedeutend niedriger als bei Wicklungen aus früherer Fertigungszeit liegen. Dem entsprechen ähnliche Unterschiede im Verlustfaktor der ganzen Wicklung oder der einzelnen Wicklungsstränge, wie sie Bild 7 zeigt. Während des Betriebes ist nur die Messung dieses Gesamtwertes möglich, an dem man abschätzen muß, ob im Mittel der Glimmanstieg zunimmt. Solange der Verlustfaktor-Glimmanstieg noch einen großen Abstand von den an alten Wicklungen mit bekannt schlechter Isolation gemessenen Werten hat, kann man die Zunahme des Luftgehaltes und damit der Glimmentladungen in der Isolation als gering ansehen. Umgekehrt darf man jedoch nicht den Glimmanstieg des  $\tan \delta$  einer alten Wicklung an den jetzt erreichbaren Werten neuer Isolierung messen. Vielmehr muß man für eine richtige Beurteilung den Ausgangszustand derselben Wicklungsiso-



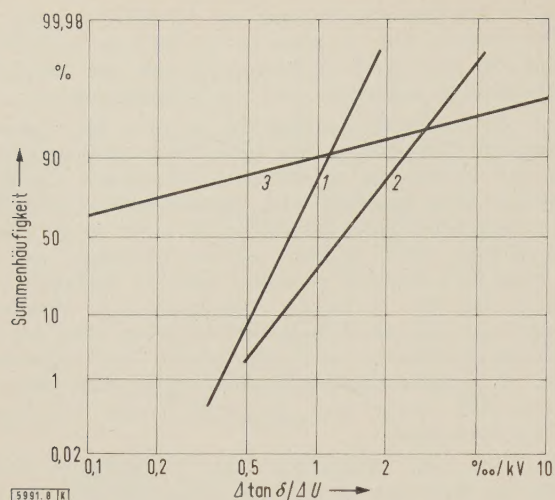


Bild 8. Summenhäufigkeit des Verlustfaktor-Glimmanstiegs der Generatorstab-Isolierungen von Bild 3.

- 1,2 Vakuumimprägnierte Glimmer-Bandisolierungen „Micalastic“  
3 Silikon-Gummi mit Glasseidengewebe

lierung kennen. Um diese Vergleichsmöglichkeit für künftige Betriebskontrollen zu schaffen, ist zu empfehlen, an jeder Ständerwicklung vor Betriebsbeginn den Verlustfaktor aller Wicklungsstränge einzeln abhängig von der Prüfspannung zu messen [8].

Daß kein absoluter Zusammenhang zwischen dem Verlustfaktor-Glimmanstieg und der elektrischen Festigkeit besteht, erkennt man aus den in Bild 8 dargestellten  $\tan \delta$ -Anstiegswerten der jeweils 50 Versuchsstäbe mit Isolierungen, deren Durchschlagsfestigkeit in Bild 3 angegeben ist. Von den mit Glimmerband hergestellten Isolierungen hat zwar das System 1 mit dem geringsten Verlustfaktoranstieg auch die höhere elektrische Festigkeit. Jedoch liegt die dielektrische Festigkeit des Isolationssystems 3 mit teilweise unmeßbar geringem Glimmanstieg sehr viel niedriger. Man kann demnach die Qualität eines Isolationssystems nur durch die Kenntnis vieler Eigenschaften, aber nicht allein nach dem Verlustfaktor-Glimmanstieg bewerten.

Sieht man von dem durch Glimmentladungen bewirkten Verlustfaktoranstieg mit der Spannung ab und betrachtet die Abhängigkeit des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstante von der Temperatur für verschiedene Isolationssysteme, (Bild 9), so lassen sich leicht diejenigen herausfinden, die auch bei großer Isolationsdicke und schlechter Wärmeabfuhr nicht durch Selbstaufheizung zum Wärmedurchschlag führen.

Aus dem Kurvenverlauf selbst, der im wesentlichen durch die dielektrischen Verluste des Bindemittels bestimmt

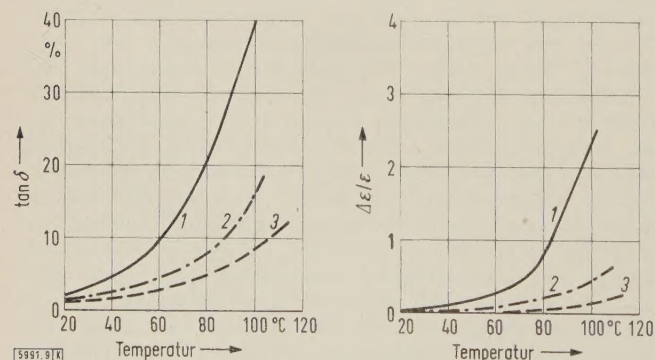


Bild 9. Verlustfaktor und Änderung der Dielektrizitätskonstante von Generator-Isolierungen über der Temperatur.

- 1 Schellack-Mikafolium  
2 Asphalt-Mikafolium  
3 Vakuumimprägnierte Glimmer-Bandisolierung „Micalastic“

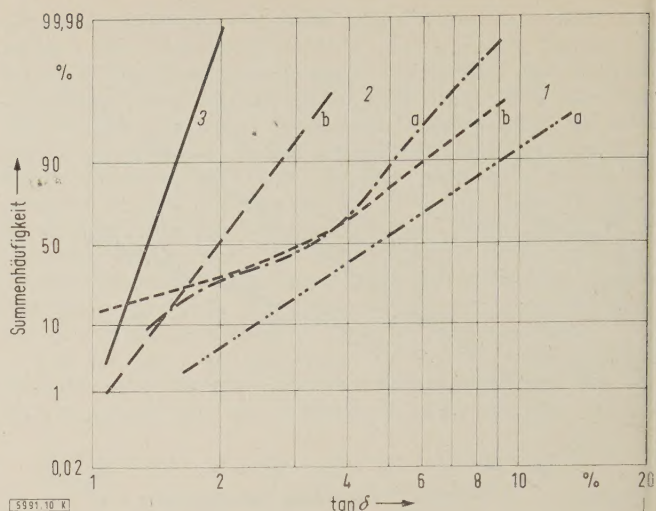


Bild 10. Summenhäufigkeit des Verlustfaktors  $\tan \delta$  an gealterten Generatorstab-Isolierungen.

- 1 wenig gealterte Wicklung 3 sehr stark gealterte Wicklung  
2 stärker gealterte Wicklung a) Unterlagestäbe  
b) Oberlagestäbe

ist, kann man auf den Aushärtungsgrad und auch auf Alterungsvorgänge schließen. So ist von Schellack-Isolierungen bekannt, daß der  $\tan \delta$  bei guter Aushärtung unter 3 % bei Raumtemperatur sinkt und daß sich im Verlauf einiger Betriebsjahre mit zunehmender Polykondensation der Anstieg mit der Temperatur zu höheren Temperaturen verschiebt. Bei manchen Kunstharzen dagegen scheint sich nach bisherigen Erfahrungen der  $\tan \delta$  im Bereich der oberen Betriebstemperaturen mit zunehmender Alterung leicht zu erhöhen. Für eine Betriebskontrolle sind diese Vorgänge nur beschränkt geeignet, weil temperaturabhängige Messungen nur selten und unter großem Zeitaufwand an ganzen Maschinen möglich sind.

Bei Untersuchungen an mehreren Maschinen aus der Kriegs- und Nachkriegszeit, die zur Neuwicklung vorgesehen waren, hat sich ergeben, daß man schon aus dem Verlustfaktor bei Raumtemperatur Anhaltspunkte über den Isolationszustand gewinnen kann. In Bild 10 sind Verlustfaktormessungen an einzelnen Stäben von drei alten Wicklungen dargestellt, von denen nach dem Gesamtbild verschiedener Prüfungen und der visuellen Beurteilung die am weitesten rechts liegende Gruppe 1a (Unterlagestäbe der Maschine 1) noch die höchste elektrische Festigkeit aufwies, während die Maschine 3 über die Gesamtheit aller Stäbe gesehen, den schlechtesten Isolationszustand hatte. Ober- und Unterlagestäbe waren fast gleich, während sich bei den Maschinen 1 und 2 ein Unterschied ergab, der wiederum durch die stärkere Erwärmung der Oberlagestäbe im Betrieb bewirkt worden ist und sich auch in unterschiedlicher elektrischer Festigkeit äußert (Bild 5).

Der Knick in einzelnen Verteilungskurven deutet an, daß nicht allein die thermische Wirkung, sondern noch andere Einflüsse, wie z. B. Zerstörung durch Glimmentladungen oder mechanische Wirkungen durch Bewegung gelockerter Teileiter im Wechselfeld an der Verschlechterung der Isolation und der Verschiebung des Verlustfaktorwertes mitwirken. Da von diesen Wicklungen als sicher angenommen werden kann, daß sie im Ausgangszustand wegen der Verwendung mangelhaften Materials und schlechter Herstellung einen verhältnismäßig hohen Verlustfaktorwert aufwiesen, läßt sich daraus eine beständige Abnahme des Verlustfaktors ableiten. Dazu muß doch bemerkt werden, daß gleichzeitig der Glimmanstieg des Verlustfaktors stark zunahm und ebenfalls auf die Lockerung der Verbackung und steigenden Luftgehalt in der Isolation hinwies.

Bei neuen Wicklungen, die nach den heutigen Verfahren hergestellt werden, liegen die Verlustfaktorwerte von Anfang an niedrig und man kann noch nicht absehen, ob die



Alterung einer Isolierung durch große Veränderungen dieses Wertes im Betrieb so eindeutig verfolgt werden kann, wenn auch gewisse Anzeichen nach Erfahrungen bei Betriebskontrollen und speziellen Versuchen darauf hindeuten, daß möglicherweise im Anfang der  $\tan \delta$  während des Betriebes zunimmt und später in der beschriebenen Weise wieder sinkt.

Gleichspannungsprüfungen

Isolationswiderstand und dielektrische Absorption

Seit langem ist es üblich, mit einem Kurbelinduktor bei Gleichspannung bis zu einigen 1000 V den Isolationswiderstand von Wicklungen elektrischer Maschinen zu messen, um festzustellen, daß keine unmittelbaren Erdschlüsse vorhanden sind und daß ein bestimmter Erfahrungswert des Isolationswiderstandes eingehalten wird. Wenn dieser Wert im Verlauf einer Trocknung erreicht wird, ist der Temperatureinfluß zu berücksichtigen.

Da bei Gleichspannung in einem Isolierstoff neben dem sehr kurzzeitigen kapazitiven Ladestrom und dem zeitlich konstanten Isolationsstrom ein mit der Zeit abnehmender Absorptionsstrom fließt, wird der wahre Isolationswiderstand nur aus dem nach langer Zeit gemessenen konstanten Endwert des Stromes erhalten [10]. Man kann aber aus einer zeitabhängigen Messung des Stromes, wie sie in Bild 11 für die 10-kV-Wicklung eines Generators als Kurve 1 dargestellt ist, den Isolationsstrom zeichnerisch oder rechnerisch bestimmen [11, 12].

Der Absorptionsstrom  $i_A$  folgt abhängig von der Zeit  $t$  ebenso wie der nach Abschalten der Spannung in umgekehrter Richtung fließende Entladestrom  $i_E$  der Gleichung

$$i_A(t) = i_A(t_0) \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-n} = -i_E(t).$$

Mit  $n = \text{const}$  ergeben sich in logarithmischer Darstellung Geraden (Kurve 2), die in einem konstanten Abstand, gegeben durch den Isolationsstrom  $i_i$  (Kurve 4), von der gemessenen Kurve  $i = i_A(t) + i_i$  verläuft. Das Größenverhältnis beider Stromanteile wird üblicherweise durch die Nachladezahl (Polarisationsindex  $P$ )

$$N = \frac{i_1}{i_{10}}$$

als Verhältnis der 1 min und 10 min nach Anlegen der Spannung gemessenen Stromwerte charakterisiert. Eine

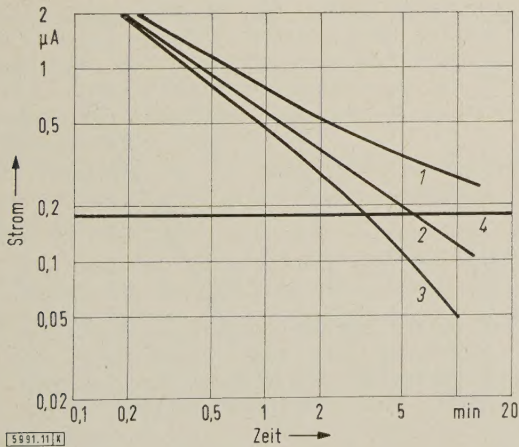


Bild 11. Nach- und Entladestrom an der 10,5-kV-Wicklung eines Turbo-generators gemessen mit 1000 V Gleichspannung.  
1 gemessener Nachladestrom, Nachladezahl  $N \approx 3$   
2 errechneter Absorptionsstrom, Absorptionszahl  $A = 6$   
3 gemessener Nachentladestrom, Entladezahl  $E = 10$   
4 errechneter Isolationsstrom

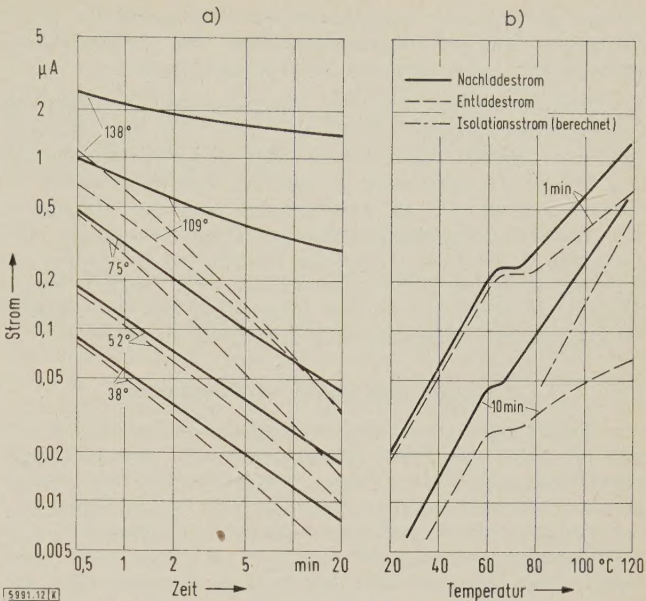


Bild 12. Nach- und Entladestrom einer Schellack-Mikafolium-Isolierung bei 10 kV.  
a) zeitabhängig b) temperaturabhängig

kleine Nachladezahl  $N$  bedeutet also einen im Vergleich zur Absorption hohen Isolationsstrom, der z. B. durch Feuchtigkeit bewirkt sein könnte. Deshalb wird die Nachladezahl, neben dem Isolationsstrom selbst, zum Abschätzen des Feuchtigkeitsgehaltes einer Wicklungsisolierung benutzt.

Aus dem Absorptionsstrom einer Isolierung kann man kein Qualitätsmerkmal unmittelbar ablesen, doch gibt die Änderung dieser Materialeigenschaft unter der thermischen oder elektrischen Beanspruchung in einer Maschine in ähnlicher Weise wie der Verlustfaktor Aufschluß über Alterungsvorgänge. Absorptions- und Isolationsstrom entsprechen dem bei Wechselspannung gemessenen Verluststrom, der sich aus dem ohmschen Anteil des Verschiebungsstromes (den eigentlichen Wechselstromverlusten) und den Ableitverlusten durch den Isolationsstrom zusammensetzt.

Für eine Zunahme des Absorptionsstromes bzw. des Entladestromes mit der Alterung bestehen einige Anhaltspunkte [13]. Als vergleichbarer Wert hierfür wird der 1 min nach Abschalten der Spannung gemessene und auf 1 V und 1 F bezogene „spezifische Entladestrom“ ermittelt. Wie eine Reihe von Untersuchungen zeigt, läßt sich aus Messungen an verschiedenen Maschinen, aber auch an einigen, die wiederholt gemessen wurden, eine leicht steigende Tendenz herauslesen. Die Streuung ist aber sehr groß und Prüfungen an einzelnen sehr stark zerstörten Wicklungen gaben besonders niedrige Werte, so daß noch erst sichere allgemein gültige Versuchsergebnisse abgewartet werden müssen. Dazu erscheint es jedoch zweckmäßig, Nachladungsmessungen an allen neuen Maschinen von Betriebsbeginn an vorzunehmen und sie bei Revisionen zu wiederholen.

Für einen Vergleich derartiger Gleichspannungs-Prüfwerte ist eine sehr genaue Einhaltung der Prüftemperatur oder eine Umrechnung auf gleiche Temperatur erforderlich. Aus Bild 12b entnimmt man, daß der Nachladestrom exponentiell mit der Temperatur ansteigt, wobei die zeitabhängigen Entladestrom- und Absorptionskurven (Bild 12a) in einem bestimmten Temperaturbereich deutlich eine andere Neigung zeigen. Das bewirkt eine Stufe in der Temperaturabhängigkeit bei 60 bis 80 °C und äußert sich auch nach Bild 13 in der Nachladezahl  $N$  und den entsprechenden Verhältniswerten der 1-min- und 10-min-Werte für den gemessenen Entladestrom  $i_E$  und den berech-



neten wahren Absorptionsstrom  $i_A$ . Diese Kurven gelten für frische Schellack-Mikafolium-Hülsen. Sie werden mit zunehmender Aushärtung des Bindemittels glatter.

Ähnliche Kurven für die Temperaturabhängigkeit der Gleichspannungswerte erhält man aber auch für Isolierungen mit Asphalt, Epoxydharz oder anderen Bindemitteln [14, 15, 16]. Je stärker die Erweichung des Bindemittels bei Erwärmung ist, um so ausgeprägter sind die Maxima in den temperaturabhängigen Kurven. Diese Messungen sind also zum Auswählen geeigneter Bindemittel brauchbar und könnten auch für Alterungsmessungen im Betrieb dienen, wenn man in der Lage wäre, jeweils bei der Erweichungstemperatur des verwendeten Bindemittels zu messen.

### Prüfungen mit hoher Gleichspannung

Um festzustellen, ob bei steigender Gleichspannung sich der Isolationswiderstand ändert (abnimmt), was auf Wicklungsfehler hindeuten könnte, werden Prüfungen mit stufenweise erhöhter Spannung ausgeführt (Bild 14). Dabei muß der Isolationsstrom, wenn er nicht deutlich überwiegt, vom Nachladestrom rechnerisch getrennt werden, weil sonst leicht eine Zunahme oder zu geringe Abnahme des Isolationswiderstandes vorgetäuscht wird, wie die Gegenüberstellung der aus dem abgelesenen 10-min-Wert und der aus dem wahren Isolationsstrom berechneten Widerstände in Bild 14 zeigt.

Bei Turbogeneratoren mit Glimmerhülsen in der Nut konnten bisher aus derartigen Prüfungen keine eindeutigen Aussagen über Isolationsschwächen gemacht werden [17, 18].

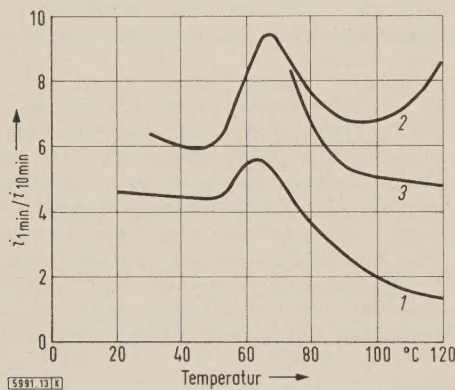


Bild 13. Nachlade-, Entlade- und Absorptionszahl einer neuen Schellack-Mikafolium-Isolierung abhängig von der Temperatur.

1 Nachladezahl 2 Entladezahl 3 Absorptionszahl

Bei Wasserkraftmaschinen waren diese Aussagen gelegentlich möglich, weil stark zerstörte Wicklungen in feuchter Atmosphäre leicht Feuchtigkeit aufnehmen und dadurch besonders niedrige Isolationswerte bei steigender Spannung erreichen, die weit über die in Bild 14 angegebene und für Turbogeneratoren als normal anzusehende Abnahme hinausgehen [19, 20]. Außerdem ist bei Wasserkraftmaschinen die Zahl der Nutaussgänge, an denen ein wesentlicher Teil des Isolationsstromes fließt, und damit die Einwirkung der Feuchtigkeit oder auch der Verschmutzung des Wickelkopfes viel größer als bei Turbogeneratoren, die oft in Wasserkraft betrieben werden.

Die Vorhersage von Durchschlagswerten aus einer besonders starken Zunahme des Isolationsstromes erwies sich schon bei den ersten systematischen Versuchen als nicht generell möglich. Nicht mehr Erfolg scheint ein Verfahren zu bringen, aus der Abweichung des Isolationsstromes vom linearen Anstieg mit der Spannung den Isolationszustand zu ermitteln. Aus Isolationsprüfungen mit hoher Gleichspannung an 25 Turbogeneratoren, deren Isolationszustand bekannt war, wurde die Änderung des Stromanstiegs

$$e = R_0 \cdot \frac{di}{du}$$

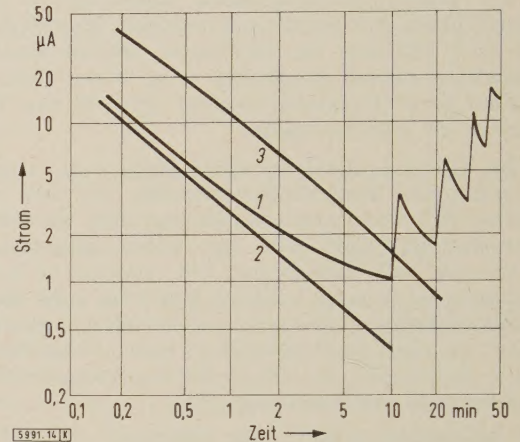
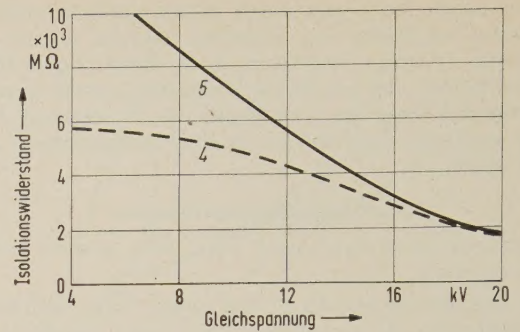


Bild 14. Strom und Isolationswiderstand bei steigender Spannung an der 10-kV-Wicklung eines 64-MVA-Generators.

1 gemessener Strom bei 4 kV Spannungssteigerung nach jeweils 10 min  
2 berechneter Absorptionsstrom der ersten 4-kV-Spannungsstufe  
3 Entladestrom nach 20 min (20 kV)  
4 Isolationswiderstand nach dem 10-min-Strom  
5 korrigierter Isolationswiderstand

ermittelt. Unter den eindeutig als schlecht anzusehenden Maschinen war die Abweichung vom Ohmschen Gesetz, wenn man 5 als Grenzwert ansieht,

$e > 5$  nur bei 2 Wicklungen

$e < 5$  dagegen bei 4 Wicklungen.

Andererseits war  $e > 5$  bei 3 eindeutig guten oder sogar neuen Wicklungen. Mit 2 richtigen gegen 7 falsche Aussagen scheint dieses Kriterium für die Isolationsbewertung nicht geeignet, zumal auch bei steigender Spannung auftretende Sprühströme in Luft das Ergebnis fälschen können.

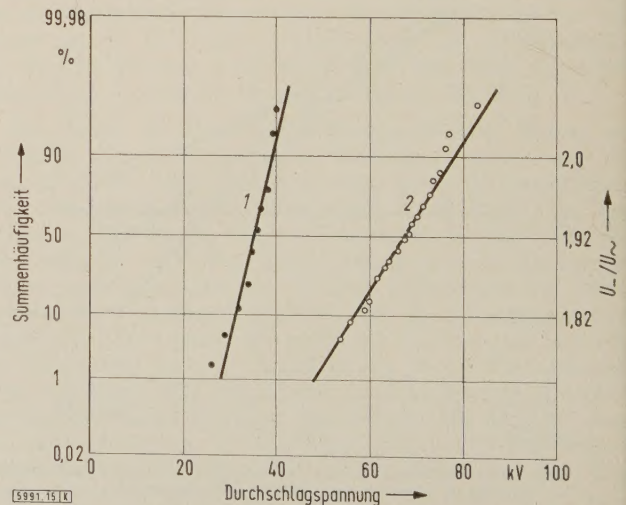


Bild 15. Summenhäufigkeit der Durchschlagspannung von 19 Jahre alten Schellack-Hülsen einer 6,3-kV-Wicklung.

1 Wechselspannung 2 Gleichspannung



Eine zuverlässige Ausscheidung von Schwachstellen in einer Isolierung ist nur mit einer zerstörenden Spannungsprüfung möglich. In manchen Fällen ist es bequem, statt der vorgeschriebenen Wechselspannung von 1,5facher Nennspannung eine entsprechend hohe Gleichspannung anzuwenden.

Trotz mancher Erfolge mit der Gleichspannungsprüfung darf aber nicht übersehen werden, daß die Beanspruchung der Isolation sich dann nach der Verteilung der Widerstände richtet, während bei Wechselspannung die Dielektrizitätskonstanten der Bestandteile maßgebend sind. Die Gleichspannungsprüfung ist also nur als ein Ersatz anzusehen, weil nicht gesichert ist, daß die gleichen Schwachstellen wie bei Wechselspannung ausgedient werden, und weil kein allgemein gültiges Durchschlagsverhältnis besteht. Es kann sogar bei der gleichen Isolierung sehr unterschiedlich sein (Bild 15), je nachdem, ob man die höchsten oder niedrigsten Durchschlagswerte vergleicht [21].

Auch die Geschwindigkeit der Spannungssteigerung kann das Durchschlagsverhältnis beeinflussen. Bei Prüfungen an Generatorstäben einer alten Wicklung wurden bei einer Spannungssteigerung von

1 kV/s kontinuierlich	1,8
5 kV/min in Stufen	2,05
5 kV/h in Stufen	2,4

als Durchschlagsverhältnis ermittelt. Nach Untersuchungen an verschiedenen neuen und alten Isolierungen schwankt das Durchschlagsverhältnis etwa zwischen 1,2 und 4. Die oft gebrauchte Festlegung auf das 1,6fache des Effektivwertes der Prüfwechselspannung für die Prüfung von Wicklungen mit Gleichspannung ist deshalb mit großen Unsicherheiten über die Prüfwirkung behaftet. Vorzuziehen ist auf jeden Fall eine Prüfung mit Wechselspannung von etwa der 1,5fachen Nennspannung.

### Schlußfolgerungen

Das entscheidende Qualitätsmerkmal für eine Hochspannungsisolierung ist die elektrische Durchschlagsfestigkeit. Sie wird bei der Nutisolation elektrischer Maschinen am besten durch guten Spaltglimmer gewährleistet.

Träger und Bindemittel müssen so ausgewählt und verarbeitet werden, daß Lufteinschlüsse möglichst vermieden werden und auch bei der Betriebsbeanspruchung nicht entstehen können. Sie sollen der Isolierung gute mechanische Festigkeit geben und hohe Temperaturbeständigkeit haben.

Die Prüfung auf gute Fertigungsqualität erfolgt durch Verlustfaktormessungen an einzelnen Stäben und an den fertigen Wicklungen.

Als Ausgangswerte für die spätere Betriebsüberwachung werden an den einzelnen Strängen jeder fertigen Wicklung Verlustfaktor- und Kapazitätsmessungen abhängig von der Spannung und Gleichspannungsmessungen mit 1000 V zum Bestimmen der Absorption, des Isolationswiderstandes und des Entladestromes ausgeführt.

Als Prüfungen für die Betriebsüberwachung haben sich neben der sehr wichtigen visuellen Inspektion folgende Verfahren bewährt [8]:

1. Messung des Verlustfaktors und der Kapazität abhängig von der Spannung bis  $U_N$  oder  $1,2 U_{ph}$ .
2. Bei Gleichspannung (mindestens 1000 V) Bestimmung der Nachladezahl und des spezifischen Entladestromes, gegebenenfalls bei stufenweise gesteigerter Gleichspannung Ermittlung des Isolationswiderstandes.
3. Zum Nachweis wirklich ausreichender Spannungsfestigkeit der Isolierung wird bei gealterten Wicklungen von zweifelhafter Qualität eine Wechselspannungsprüfung mit  $1,5 U_N$  ausgeführt, um möglicherweise vorhandene Schwachstellen auszuschneiden.

Die Prüfungen werden in Abständen von zwei bis drei Jahren an allen Wicklungssträngen einzeln wiederholt, wenn nicht Anzeichen für eine schnelle Zerstörung der Isolierung vorhanden sind, die einen kürzeren Zwischenraum geraten erscheinen lassen. Die Prüfergebnisse, insbesondere bei Gleichspannung, sind nur nach Umrechnung auf gleiche Temperatur vergleichbar.

### Zusammenfassung

In dem Aufsatz werden vergleichende Untersuchungen neuer und bewährter Isolierungen beschrieben. Die Herstellungsgüte wird nach Verlustfaktormessungen und die Betriebstüchtigkeit nach Dauerversuchen mit erhöhter elektrischer Beanspruchung bewertet. Diese geben zusammen mit Prüfergebnissen an alten Wicklungen Aufschluß über die zerstörenden Wirkungen elektrischer und thermischer Beanspruchung. Zerstörungsfreie Prüfungen mit Wechselspannung (Verlustfaktor) und Gleichspannung (Nachladungsmessung) ermöglichen eine Kontrolle der Alterung einer Wicklungsisolierung im Betrieb. Das entscheidende Qualitätsmerkmal ist jedoch in jedem Alterungszustand die elektrische Spannungsfestigkeit. Sie läßt sich nur mit einer Spannungsprüfung nachweisen, die an vorhandenen Schwachstellen zum Durchschlag führt und diese damit ausscheidet.

### Schrifttum

- [1] Lafoon, C. M., Hill, C. F., Moses, G. L., u. Berberich, L. J.: A new high-voltage insulation for turbine-generator stator windings. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (I) Bd. 70 (1951) S. 721—730.
- [2] Flynn, E. J., Kilbourne, C. E., u. Richardson, C. D.: An advanced concept for turbine-generator stator-winding insulation. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (III) (Power App. & Syst.) Bd. 77 (1958) S. 358—365.
- [3] Meyer, H.: Die Verwendung von Kunstharzen bei Hochspannungswicklungen elektrischer Maschinen. ETZ-A Bd. 80 (1959) S. 719—724.
- [4] Wichmann, A.: Zur Überwachung der Hochspannungsisolierung elektrischer Maschinen. VDE-Fachber. Bd. 19 (1957) I, S. 136—146.
- [5] Meyer, H.: Verfahren zum Beurteilen und Prüfen der Hochspannungsisolierung elektrischer Maschinen. ETZ-B Bd. 9 (1957) S. 289 bis 293.
- [6] Liebscher, F.: Die Bedeutung der Glimmentladungen in Hochspannungswicklungen elektrischer Maschinen. VDE-Fachber. Bd. 19 (1956) I, S. 130—135.
- [7] Held, W.: Anwendung statistischer Methoden auf Reihennmessungen an Hochspannungswicklungen elektrischer Maschinen. VDE-Fachber. Bd. 19 (1956) I, S. 146—151.
- [8] Wichmann, A.: Prüfverfahren und Erfahrungen bei der Überwachung der Hochspannungsisolierung elektrischer Maschinen im Betrieb. Siemens-Z. Bd. 34 (1960) S. 348—353.
- [9] Wichmann, A.: Die Trocknung elektrischer Maschinen. ETZ-A Bd. 76 (1955) S. 340—347.
- [10] Wichmann, A.: Messungen mit hoher Gleichspannung an Isolierstoffen für Generatoren. ETZ-A Bd. 77 (1956) S. 289—294.
- [11] Schleif, F. R.: Corrections for dielectric absorption in high-voltage d-c insulation tests. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (III) (Power App. & Syst.) Bd. 75 (1956) S. 513—520.
- [12] Wichmann, A.: Zur Auswertung von Isolationsmessungen mit Gleichspannung an elektrischen Maschinen. Elektrotechn. u. Masch.-Bau. Bd. 74 (1957) S. 169—172.
- [13] Fabre, J., Lang, G., Laverlochere, J., Leroy, G., Narcy, J., und Ruelle, G.: Recherches sur l'isolation des grandes machines synchrones. CIGRE-Bericht 137 (1956).
- [14] Wichmann, A.: Der Temperatureinfluß bei Isolationsprüfungen mit Gleichspannung an elektrischen Maschinen. ETZ-B Bd. 12 (1960) S. 237—243.
- [15] Schleif, F. R. u. Engvall, L. R.: Experience in analysis of d-c insulation tests for maintenance programming. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (III) Power App. & Syst.) Bd. 78 (1959) S. 156—163.
- [16] Askey, J. S., u. Johnson, J. S.: Insulation resistance and dielectric absorption characteristics of large a-c stator windings. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. Bd. 64 (1945) S. 347—350.
- [17] Rushall, R. T. u. Simons, J. S.: An examination of high-voltage d-c testing applied to large stator windings. Proc. Instn. electr. Eng. A Bd. 102 (1955) S. 565—580.
- [18] Wichmann, A.: Die Isolationsprüfung elektrischer Maschinen mit Gleichspannung. ETZ-A Bd. 77 (1956) S. 512—517.
- [19] Cameron, A. W.: Diagnoses of a-c generator insulation condition by nondestructive tests. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. (III) (Power App. & Syst.) Bd. 71 (1952) S. 263—274.
- [20] Meyer, H.: Prüfung der Hochspannungsisolierung elektrischer Maschinen mit Gleich- und Wechselspannung. Elektrotechn. u. Masch.-Bau. Bd. 76 (1959) S. 189—199.
- [21] Pletenik, E.: Experience in d-c testing of a-c generator insulation, AIEE-Conference Paper, Winter General Meeting 1955.
- [22] Nach Liebscher, F. in: Biermanns, J.: Hochspannung und Hochleistung. Carl Hanser Verlag, München 1949, S. 112, B. 92.



# Relais-Tester zum Überprüfen der Ansprechspannung von Spannungswächtern in automatischen Ladegeräten

Von Wilhelm Zeh, Freiburg i. Br.\*)

DK 621.317.799. : 621.355.16

## Notwendigkeit, den Spannungswächter zu überprüfen

Automatisch arbeitende Batterieladegeräte werden oft mit einem oder mehreren Spannungswächtern ausgerüstet, die beim Erreichen einer vorbestimmten Ladespannung den Kontakt eines Schaltorgans betätigen. Die Erfahrung hat ergeben, daß die ursprünglich eingestellte Ansprechspannung sich meist schon nach kurzer Betriebszeit verändert. Sie verlagert sich, hauptsächlich bedingt durch mechanische Einflüsse, meist auf niedrigere Werte. Dieser Umstand ist für die ordentliche Funktion einer Relais-Ladeautomatik deshalb besonders schwerwiegend, weil die Veränderung nicht ohne weiteres bemerkt werden kann und weil, selbst bei zufälliger Feststellung der Abweichung, im Gerät bisher keine Möglichkeit gegeben war, den Spannungswächter zu überprüfen und nachzustellen.

Am augenfälligsten hat sich diese unerwünschte Eigenschaft der Spannungswächter bei der automatischen Einzelladung von Antriebsbatterien für Flurfördergeräte bemerkbar gemacht. Derartige Ladegeräte sind mit einem automatischen Ladeschalter ausgerüstet, der ein elektrisch angetriebenes Zeitlaufwerk enthält. Bei der Gasungsspannung der Batterie von 2,4 V je Bleizelle wird das Zeitlaufwerk durch ein bei dieser Spannung ansprechendes Relais in Gang gesetzt. Als optische Anzeige des Ansprechens des Relais dient meist eine Signallampe. Nach Ablauf der nach der Ladevorschrift des Batterieherstellers eingestellten Zeit (Nachladedauer) schaltet der Ladeschalter die Batterie, die bis dahin den Vollade-Zustand erreicht haben soll, ab und beendet dadurch die Ladung.

Es ist einleuchtend, daß bei Ansprechen des Spannungswächters bei Spannungen unter 2,4 V je Zelle die Batterie den für 2,4 V/Zelle erwarteten Füllungsgrad von etwa 100 % der vorherigen Entnahme noch nicht erreicht hat. Sie kann sich dann bei der automatischen Abschaltung nach Ablauf der Nachladezeit auch nicht im Vollade-Zustand befinden. Die Folgen einer dauernden Unterladung sind Sulfatierung, Verlust von Kapazität und vorzeitiger Ver-

schleiß der Batterie. Das Versagen der Automatik wird, zumal nachts automatisch geladen wird, oft erst bemerkt, wenn die Batterie die tägliche Arbeitsleistung wegen zurückgegangener Kapazität nicht mehr bewältigt und dauernden Schaden genommen hat. Dieses Übel kann durch Einbau eines Relais-Testers in das Ladegerät mit Hilfe einer ebenso einfachen wie schalttechnisch interessanten Maßnahme behoben werden.

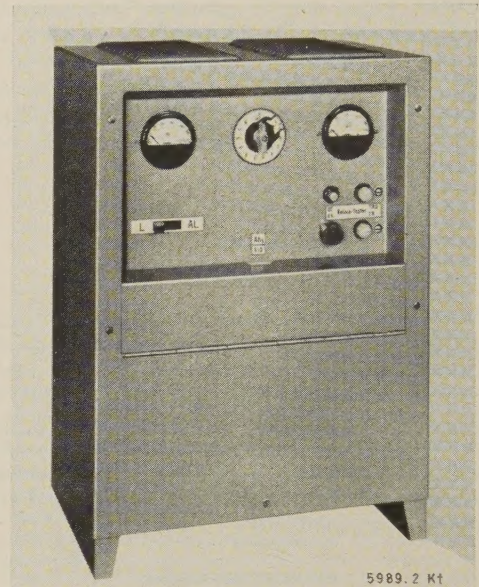


Bild 2. WZ-Multimat 24 V, 57 A.

## Arbeitsweise des Relais-Testers

Der in Bild 1 dargestellte Schaltplan zeigt, daß parallel zum Hauptgleichrichter 1 ein aus einem Festwiderstand 2 und einem veränderlichen Widerstand 3 gebildeter Spannungsteiler liegt, der nur eingeschaltet ist, solange die Drucktaste 4 gedrückt ist. Durch die Betätigung der Drucktaste wird außerdem die während der Ladung ständig steigende Ladespannung mit einer durch den Ladevorgang nicht beeinflussbaren Zusatzspannung aus dem Gleichrichter 5 in Reihe geschaltet. Gleichzeitig werden die zu prüfenden Gleichspannungsrelais 6 und 7 und das Voltmeter 8 in den Meßkreis geschaltet, dessen durch den veränderlichen Widerstand 3 des Spannungsteilers regelbare Spannung ausreicht, um im gesamten Ladespannungsbereich von 2 bis 2,65 V/Zelle die Relais-Ansprechspannung zu messen, auch wenn das Relais 6 betriebsmäßig bereits angesprochen hat. Ein Elektrolyt-Kondensator 9 im Meßkreis sorgt dafür, daß die Welligkeit der Meßspannung die gleiche ist, wie diejenige des Ladekreises bei angeschlossener Batterie, deren Ladung während der Messung und Nachjustierung des Relais nicht unterbrochen wird.

Die Prüfung selbst ist so einfach, daß sie von jedermann in einer Minute durchgeführt werden kann. Bei niedergehaltener Drucktaste 4 dreht man den Stellknopf am Widerstand 3 vom linken Anschlag nach rechts bis die eingebaute Kontrolllampe aufleuchtet. Der Spannungsmesser zeigt nun den tatsächlichen Ansprechwert an. Bei Abweichung vom Sollwert, die fast immer auf niedrigere Ansprechwerte verlagert ist, muß die Drucktaste losgelassen und die Einstelltrimmer 10 bzw. 11 müssen nachgestellt werden. Aus Gründen der Zweckmäßigkeit sind sie nur mit einem Schraubenzieher bedienbar. Dann wird wieder geprüft bis Sollwert und Istwert übereinstimmen.

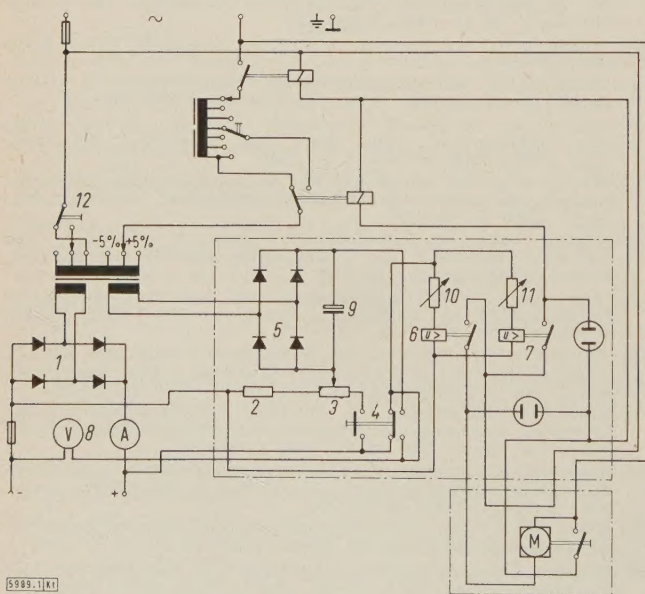


Bild 1. Grundschriftbild eines Ladegerätes mit Relais-Tester.

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 Hauptgleichrichter       | 6,7 Gleichspannungsrelais |
| 2 Festwiderstand           | 8 Voltmeter               |
| 3 veränderbarer Widerstand | 9 Elektrolyt-Kondensator  |
| 4 Drucktastenschalter      | 10,11 Einstelltrimmer     |
| 5 Gleichrichter            | 12 Umschalter             |

\*) W. Zeh ist Inhaber der Firma Wilhelm Zeh KG, Freiburg i. Br.



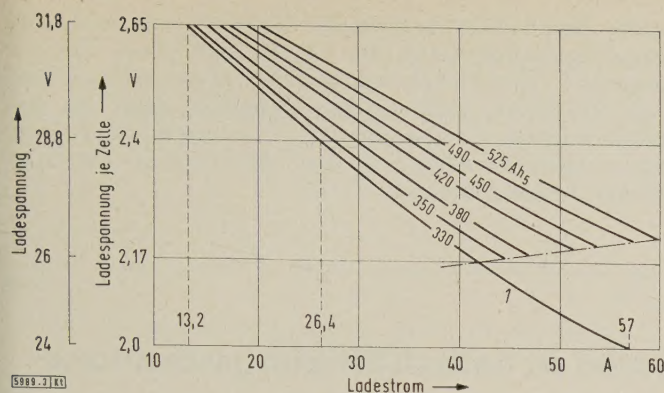


Bild 3. Ladekennlinien des WZ-Multimat 24 V, 57 A.

Die Bedienungsorgane des Relais-Testers, die zusammen mit dem Relais und dem Einstelltrimmer in ein besonderes kleines Gehäuse eingebaut sind, erkennt man im Bild 2 unter dem Spannungsmesser rechts im Gehäuse. Das Bild zeigt die Testeinrichtung zum Messen von 2 Gleichspannungsrelais in einem einzigen Meßgang.

### Einzellader für verschiedene Batterie-Kapazitäten

Der Relais-Tester hat nicht nur die automatische Einzelladung von Antriebsbatterien vervollkommen, sondern er hat darüber hinaus den Weg für einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiet geebnet. In Bild 3 zeigt die Kurve 1 die Wa-Kennlinie<sup>1)</sup> eines traditionellen Einzelladers, deren Stromwerte bei 2,4 V/Z und 2,65 V/Zelle der Ladevorschrift der Batteriehersteller entsprechen (im Ladespannungsbereich von 2 bis 2,4 V/Z kann der Ladestrom beliebig hoch sein). Mit einem solchen Gerät, dessen Nennstrom bei 2 V/Z in unserem Beispiel 57 A ist, kann man eine zu 80 % entladene Batterie 330 Ah<sub>5</sub> bei Anwendung dieses Ladeverfahrens in der kürzesten Zeit von 8,5 Stunden bei Gi-Bauart oder 10,25 Stunden bei PzS-Bauart bis zum Volladestand laden. Die Ladung einer kleineren Kapazität mit einem solchen Gerät mit nur einer Kennlinie ist nicht möglich, weil die Stromwerte bei den kritischen Ladespannungen unzulässig hoch wären. Die Ladung wesentlich größerer Kapazitäten würde die Ladezeit untragbar verlängern. Die Konsequenz aus dieser bisherigen Sachlage ist, daß viele Gerätetypen notwendig sind, von denen jeder auf eine bestimmte Batteriekapazität zugeschnitten ist.

Wie das Diagramm zeigt, ist das neue Gerät außer auf die Grundkennlinie für eine Batterie mit 330 Ah<sub>5</sub> zusätzlich auf 6 weitere Kennlinien für Kapazitäten bis 525 Ah<sub>5</sub> einstellbar, die infolge der angewendeten „Neigungsverstellung“ nach DIN 41 750 alle den vorgeschriebenen Stromverlauf gewährleisten. Dies ist durch eine neue Umschaltautomatik ermöglicht, deren Gleichspannungsrelais bei Erreichen der Ladespannung von 2,17 V/Z anspricht und auf die mit Stufenschalter vorgewählte höhere Kennlinie umschaltet, deren Stromwerte so liegen, daß sie bei 2,4 V/Z und 2,65 V/Z den zugelassenen Höchstwerten für die gewählte Batteriekapazität entsprechen. Der bei der Ladespannung von 2,17 V/Z, die bei einer zu 80 % entladenen Batterie nach etwa 1 bis 1,5 h Ladezeit erreicht wird, schon auf annähernd 70 % des Nennstromes gefallene Ladestrom wird durch die Umschaltautomatik, je nach Vorwahl, bis zum Nennwert angehoben. Auch das Relais der Umschaltautomatik wird mit dem Relais-Tester überwacht, so daß eine Überlastung des Ladegerätes infolge zu frühen Ansprechens der Umschaltautomatik vermieden wird.

Durch diese Neuerung sind mehrere Fortschritte zugleich erzielt worden:

Erhebliche Verringerung der Typenzahl der Ladegeräte und bessere Anpassung der Ladestrom-Höchstwerte an die verschiedenen Batteriekapazitäten.

Bessere Ausnutzung der Nennleistung des Gerätes für den Ladezweck.

Trotzdem nur unwesentliche Verlängerung der Ladezeit, die sich selbst bei der größten Kapazität von 525 Ah<sub>5</sub> (bei dem für 330 Ah<sub>5</sub> ausgelegten Gerät) nur um etwa eine Stunde verlängert.

Verringerung der Anschaffungskosten, weil das Wechselstromgerät mit 57 A Nennstrom in bezug auf Ladeleistung ein Drehstromgerät mit 92 A Nennstrom ersetzt.

Die Einstellbarkeit auf 7 Batteriekapazitätswerte Ah<sub>5</sub> bei Kennliniengleichheit infolge der angewendeten „Neigungsverstellung“ nach DIN 41 750 hat es ermöglicht, die Skala des Wahlschalters, anstatt wie seither üblich auf Ampère, auf 7-Ah<sub>5</sub>-Werte zu eichen. Das richtige Ladegerät und seine Einstellung werden also nach dem immer bekannten Ah<sub>5</sub>-Wert der Batterie gewählt und man weiß dann, daß der Ladestromverlauf bei jeder der wählbaren Kennlinien der Ladevorschrift der Batteriehersteller entspricht. Die zusätzlichen Angaben über den Nennstrom bei 2 V/Z und die Ladeströme bei 2,4 V/Z und 2,65 V/Z in den Leistungstafeln der Bedienungsvorschriften haben nur noch informatorische Bedeutung.

Eine weitere, bisher bei derartigen Geräten nicht übliche Vervollkommen besteht darin, daß mit Hilfe eines Umschalters die Einstellung auf „Langzeitige Ausgleichladung“ möglich ist. Die Batteriehersteller empfehlen die Ausgleichladung einer Batterie, die vorher normal bei der Ladeschlußspannung von 2,65 V/Zelle ohne zeitlich begrenzte Abschaltung vollgeladen wurde, etwa alle 1 bis 2 Monate zur Pflege der Batterie. Dazu dient ein Umschalter 12 (Bild 2), der das Wechselstromnetz an besondere primärseitige Anzapfungen des Transformators legt. Dadurch entsteht die „Niveauverstellung“ nach DIN 41 750, die bewirkt, daß mit einer einzigen Umschalterbetätigung bei allen 7-Ah<sub>5</sub>-Wert-Einstellungen der Ladeschlußstrom auf den halben Wert der normalen Ladung herabgesetzt werden kann.

Wenn man berücksichtigt, daß die automatische Einzelladung auch heute noch das meist angewendete Ladeverfahren zum Laden von Antriebsbatterien ist, kann man verstehen, daß die geschilderten Fortschritte von bedeutendem praktischem Wert sind. Die Batteriehersteller garantieren für Antriebsbatterien, deren Anschaffungskosten recht erheblich sind, eine Lebensdauer, die in der Zahl der täglichen Entladungen und Ladungen zum Ausdruck kommt. Hierbei setzen die Batteriehersteller voraus, daß die Batterie genau nach Vorschrift geladen wird. Die Zusage der „Automatischen Ladung“ gewährleistet aber keineswegs immer die Erfüllung dieser Voraussetzung. Die Möglichkeit, die Ladeautomatik zu jeder Zeit überprüfen und nachstellen zu können, liegt nicht nur im Interesse der Benutzer von batteriegetriebenen Flurfördergeräten, sondern auch der Fahrzeughersteller und nicht zuletzt der Batteriefabriken selbst. Manche leidige Auseinandersetzung zwischen den Benutzern einer Transportanlage und ihren Lieferanten über Schuld oder Nichtschuld an unrichtiger Ladung bei Beschwerden über Nachlassen der Leistung und vorzeitigen Verschleiß der Batterie können dadurch vermieden werden.

Die neue Technik des Relais-Testers und die automatische oder Handumschaltung auf eine oder mehrere Kennlinien, deren Stromwert bei der Ladespannung von 2 V/Zelle den Gerätenennstrom überschreiten würde, wird voraussichtlich auch bei Geräten für andere Ladezwecke angewendet werden. Geräte für die Dauerladung und Volladung von Batterien in Signal-, Notlicht- und sonstigen Notstromanlagen sind häufig mit einer Relais-Automatik ausgerüstet, welche die gleichen Mängel aufweist, die in den obigen Ausführungen herausgestellt wurden. Die Technik der Hinaufschaltung des Ladestromes kann besonders bei größeren Geräten erhebliche Einsparungen bringen, zumal die Volladestufe solcher Ladegeräte meist nur selten gebraucht wird.

<sup>1)</sup> Nach DIN 41 772 bedeutet eine Wa-Kennlinie das Laden mit steigender Spannung und fallendem Strom



### Zusammenfassung

Der Verfasser erläutert an Hand eines Schaltbildes, wie mit dem Relais-Tester ein oder mehrere Spannungswächter jederzeit während des Ladens von Akkumulatoren-Batterien durch einfaches Betätigen einer Drucktaste überprüft und eingestellt werden können, ohne daß dadurch der Ladeablauf unterbrochen wird. Der Relais-Tester erlaubt zu-

gleich eine bessere Nutzung der Geräteleistung durch eine neue Umschaltautomatik, die mit fallendem Strom und zunehmender Batteriespannung bei 2,17 V/Zelle auf eine vorwählbare höhere Ladekennlinie umschaltet, ohne den Geräte-Nennstrom zu überschreiten. Eine zusätzliche Einrichtung erlaubt die Einstellung des „WZ-Multimat“ auf langzeitige Ausgleichsladung.

## „Durchflutungsgesteuerte“ Transduktoren in Selbstsättigungsschaltung

Von Walter Preußler, Berlin-Neukölln\*)

DK 621.318.435.34

In dem bisher dem Verfasser bekannt gewordenen Schrifttum über Transduktoren wird die Rückmagnetisierung von „durchflutungsgesteuerten“ Transduktoren in Selbstsättigungsschaltung, z. B. nach der im Bild 1 gezeigten Schaltung, im wesentlichen damit erklärt, daß der magnetische Fluß nach Aufhören der Arbeitsspannungs-Halbwellen von seinem Remanenzpunkt auf der Hystereseschleife durch die Steuerdurchflutung bis zum eingestellten Arbeitspunkt zurückgeführt wird. Außerdem wird angegeben, daß sich die von den Arbeitswicklungen der beiden Drosseln in den Steuerwicklungen induzierten Spannungen gegenseitig aufheben. Diese Erläuterung enthält Widersprüche, und es ist merkwürdig, daß sie bisher unangefochten weiterbestehen konnte und immer wieder neu vorgetragen wird.

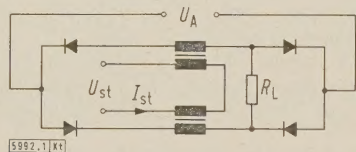


Bild 1. Selbstsättigungsschaltung eines Transduktors mit Gleichstrom-Ausgang.

Ein Transduktor hat z. B. bei gegebenen Steuerkreisdaten eine Ansprechzeit von 200 ms. Bei vorher geöffnetem Transduktor, also gesättigten Kernen (lineare Kennlinie angenommen), werden also 200 ms vergehen, bis nach plötzlichem Einschalten der Steuerspannung 63 %, oder 600 ms bis 95 % der Ausgangsspannungsänderung erreicht sind. Diese Steuerspannung soll aber gleichzeitig imstande sein, die Kerne in der Rückmagnetisierungsphase innerhalb von 10 ms vom Remanenzpunkt vollständig herabzumagnetisieren!

Bei ganz herabgesteuertem Transduktor treten die vollen Eisenverluste in den Kernen auf, bei 100 W Nennleistung etwa 2 W. Eine Hälfte entfällt auf die Aufmagnetisierung, wird also in der Arbeitswicklung aufgebracht. Die Hälfte für die Abmagnetisierung muß im Steuerkreis aufgebracht werden. Damit würde eine Verstärkung größer als hundertfach nicht möglich sein.

Die von der Arbeitswicklung in beide Steuerwicklungen induzierten Spannungen sollen sich angeblich aufheben. Das ist aber völlig abwegig. Durch die Antiparallelschaltung wird erreicht, daß in beiden, in Serie liegenden Steuerwicklungen von der zugehörigen Arbeitswicklung (solange die Kerne nicht völlig gesättigt sind) Spannungen gleicher Richtung induziert werden, und zwar in jeder Wicklung nur im Teil einer Halbwellen während des Arbeitstaktes der Drossel (Bild 2). Mit dieser Erkenntnis haben wir bereits die Antwort auf die Frage nach der wirklichen Funktion in der Hand.

Nehmen wir an, der Kern der Drossel I in Bild 2 sei ab-, Kern II aufmagnetisiert. Vom Nulldurchgang liegt an 1

eine Arbeitswechselspannung. Über die Gleichrichter und die Last  $R_L$  kann ein Magnetisierungsstrom fließen, der den Kern I aufmagnetisiert. Dabei entsteht in 3 eine entgegengerichtete Spannung, die einen Strom durch 4 treiben will. Dieser Strom magnetisiert den Kern von II ab, dadurch wird in 4 eine Gegenspannung erzeugt, die diesen Strom auf den erforderlichen Magnetisierungsstrom begrenzt. Durch die Wicklung 1 und die Last  $R_L$  fließt dabei die Summe der Magnetisierungsströme beider Drosselspulen. Die ausgezogenen Pfeile geben die Richtungen an.

Die Spannung in 3, die in den weiteren Ausführungen als Eigensteuerspannung bezeichnet wird, tritt nur während der Flußänderung auf. Sie bricht bei erreichter Sättigung des Kernes I zusammen, und der durch 3 und 4 fließende Strom wird plötzlich unterbrochen. Infolge der hohen Remanenz der Kerne verharrt Kern II in dem erreichten magnetischen Zustand; ein Weiterfließen des Stromes durch Rückänderung der Induktion tritt also nicht auf.

Der gleiche Vorgang, nur mit vertauschten Rollen, tritt ein, wenn in der nächsten Halbwellen die Drossel II sich im Arbeitsakt befindet (gestrichelte Pfeile). Durch den Steuerkreis fließt also ein Gleichstrom in Form von annähernd rechteckigen Impulsen. Bei verlustloser Anordnung würde dieser Zustand bestehen bleiben. Durch die Verluste im Arbeitskreis und Steuerkreis steht jedoch mit jeder Halbwellen weniger Rückmagnetisierungsspannung (Spannungs-Zeitfläche) zur Verfügung, und der Transduktor öffnet sich nach und nach, wobei sich die Stromimpulse verkürzen. Bild 3 zeigt den Verlauf der Lastspannung und den des dabei fließenden Steuergleichstromes. Dieser Vorgang läßt sich leicht wie folgt im Experiment demonstrieren:

Ein Transduktor, möglichst Ringkern mit ziemlich geradliniger Charakteristik, wird durch kurzeszeitiges Anlegen einer Steuerspannung abmagnetisiert. Dann wird die Steuerwicklung durch ein Milliampereometer kurzgeschlossen. Legt man anschließend die Arbeitswechselspannung an, so fließt im Steuerkreis ein abklingender Gleichstrom, während die Spannung an der Last ansteigt. Bei sehr verlustarmem

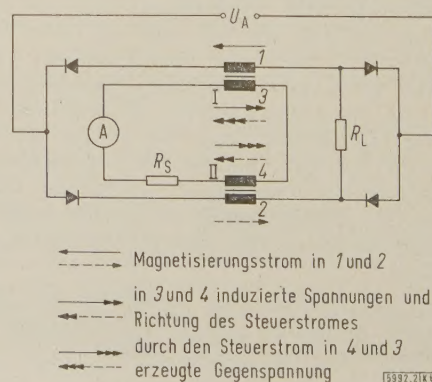


Bild 2. Richtungen der in den Steuerwicklungen induzierten Spannungen.

\*) W. Preußler ist Geschäftsführer der Walter Preußler KG, Berlin.



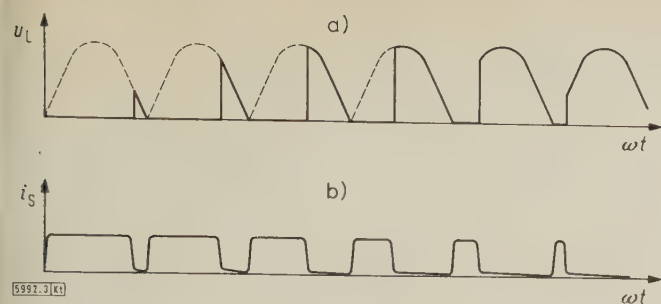


Bild 3. Lastspannung und Steuerstrom während der selbständigen Aufmagnetisierung.

Steuerkreis, den man erhält, wenn man Arbeits- und Steuerwicklungen vertauscht, können Zeiten von mehreren Minuten erreicht werden. In einem Oszillographen mit Gleichstromverstärker kann der Strom als Spannungsabfall im Strommesser dargestellt werden. Um den Transduktor auf einen festen Punkt einstellen zu können, muß der auftretende Verlust an Spannungs-Zeitfläche durch eine mit der Eigensteuerspannung in Serie liegende Zusatzspannung gedeckt werden. Das ist die üblicherweise als Steuerspannung bezeichnete, bzw. die den sogenannten Vorstrom liefernde Spannung.

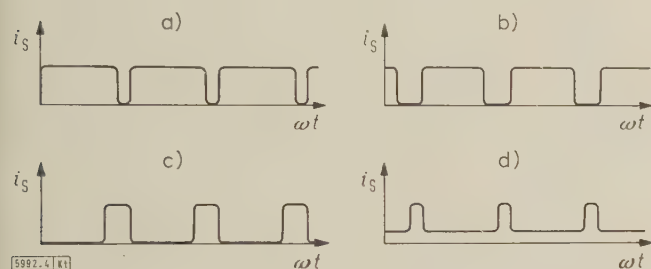


Bild 4. Verlauf des Steuerstromes bei zusätzlicher Steuerspannung (Schaltung nach Bild 1) in Abhängigkeit von dem Steuerkreis-Widerstand.

Nach Beendigung des Eigensteuer-Spannungsimpulses liegt bis zum nächsten Impuls nur noch die Fremdsteuer-Spannung an der Steuerwicklung. Diese magnetisiert den Kern noch weiter ab, aber nur in ganz geringem Maß, denn infolge der geringen Spannung und der hohen Kern-induktivität fließt nur ein sehr geringer Magnetisierungsstrom. Bei einer Ansprechzeit des Transduktors von 100 ms beträgt die Amplitude nur einige Prozent des Gesamtmaagne-

tisierungsstromes. In Bild 4 zeigen a, b und c den Verlauf des Steuerstromes bei niedrigen, d bei hohen Steuerkreiswiderständen. Der Mittelwert dieser Impulsströme ist dabei fast gleich dem glatten Dauergleichstrom, der, erzeugt durch die Steuerspannungsquelle, bei abgeschalteter Arbeits-Wechselspannung im Steuerkreis fließt.

Grundsätzlich läßt sich der Spannungsverlust im Steuerkreis auch aus dem Arbeitskreis decken, wenn man die speisende Steuerwicklung größer als die gespeiste macht, wie im Bild 5 gezeigt. Durch Änderung des Widerstandes  $R_S$  läßt sich der Transduktor steuern.

Die Durchflutungssteuerung ist also ähnlich der Rameyschaltung eine Spannungs-Zeitflächensteuerung. Bei der Rameyschaltung und ihren vielen Abwandlungen steht die volle Netzspannung als Steuerspannung zur Verfügung. Bei der Durchflutungssteuerung wird diese jedoch um die

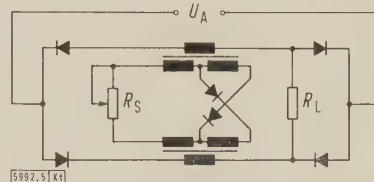


Bild 5. Beispiel eines Transduktors mit einstellbarer Selbststeuerung.

Verluste im Steuerkreis vermindert und muß deshalb durch eine Zusatzsteuerspannung gestützt werden, deren Höhe den Arbeitspunkt bestimmt. Durch die Abhängigkeit des jeweils zur Verfügung stehenden Spannungsflußwinkels von dem Sättigungswinkel der Paralleldrossel steht nie genug Spannungs-Zeitfläche zur Verfügung, um, wie bei der Rameyschaltung, innerhalb einer Halbwelle voll durchsteuern zu können.

Verschiedene, bisher nur mangelhaft oder gar nicht erklärte Erscheinungen, z.B. das unerwünschte Kippen der Transduktoren unter verschiedenen Bedingungen und das Wandern der Steuerkennlinien in Abhängigkeit vom Steuerkreiswiderstand, lassen sich jetzt leicht erklären.

### Zusammenfassung

In dem Aufsatz wird nachgewiesen, daß die bisher als durchflutungsgesteuert bezeichneten Transduktoren nicht von einem durch eine fremde Steuerspannung erzeugten Steuerstrom herabgesteuert werden, sondern durch eine von der Arbeitswicklung in die Steuerwicklung induzierte Spannungs-Zeitfläche.

## Über ein Verfahren zum Messen der Verlustverteilung in elektrischen Maschinen

DK 621.317.43 : 621.313.1.017.3

In dem Aufsatz<sup>1)</sup> wird ein Verfahren zum Messen der Verteilung der Eisenverluste in elektrischen Maschinen beschrieben. Mit ihm ist es möglich, den Einfluß von Änderungen der Abmessungen oder des Werkstoffes bei elektrischen Maschinen schnell, genau und wirtschaftlich zu ermitteln. Das Meßverfahren beruht auf der Erkenntnis, daß das anfängliche Maß der Temperaturzunahme an jedem beliebigen Punkt proportional dem Verlust an der entsprechenden Stelle ist. Das Untersuchungsverfahren kann jedoch nur dort angewendet werden, wo ein rascher Übergang vom verlustlosen zum verlustbehafteten Zustand möglich ist. Der Fehler, der durch den Wärmeverlust an die Umgebung bewirkt wird, ist vernachlässigbar klein, weil die Untersuchungszeit auf 30 s begrenzt ist.

Wie die Untersuchungen ergeben haben, werden die besten Ergebnisse mit Thermoelementen aus Kupfer-Kon-

stantan erreicht. Für die Messung werden mehrere hundert derartiger Thermoelemente in der zu untersuchenden Maschine angeordnet. Da als typischer Wert für das Maß der Temperaturzunahme eine Thermo-EMK von  $36 \mu\text{V}/\text{min}$  angegeben wird, ist es notwendig, ein Anzeige-Instrument mit Gleichstromverstärker zu verwenden. Bei der Messung selbst wird dann für jedes Thermoelement eine Zeit-Temperatur-Kurve aufgenommen. Die zu untersuchende Maschine wird dabei von einem Motor mit der Geschwindigkeit angetrieben, die der Betriebsgeschwindigkeit der Maschine entspricht.

Das Verfahren kann für elektrische Maschinen, aber auch für Transformatoren verwendet werden. Den Fehler der Messungen gibt der Verfasser mit 5 % an. Dieser Wert stellt jedoch nur einen Durchschnittswert dar. In besonderen Fällen kann der Fehler bis zu 10 % betragen. Er wird im allgemeinen kleiner als 5 % sein.

Thr

1) Gilbert, A. J.: A method of measuring loss distribution in electrical machines, Proc. Instn. electr. Eng. A. Bd. 108 (1961) H. 39, S. 239-244.



## KURZ BERICHTET

**Rund 2000 MW elektrische Leistung** wurden im Jahre 1960 im Bundesgebiet neu installiert, so daß die gesamte Kraftwerksleistung 27,5 GW beträgt. Erzeugt wurden 12 Mrd. kWh in Wasser- und 104 Mrd. kWh in Wärmekraftwerken. Etwa 60 % der erzeugten Leistung entfallen auf öffentliche Kraftwerke. *Rgs*

**Die größte Fördermaschine der Welt** baut gegenwärtig die Demag AG, Duisburg. Mit vier Förderseilen kann die Fördermaschine bis 45 t mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s heben. Die beiden Gleichstrom-Antriebsmotoren leisten etwa 11 500 kW. *Rgs*

**Eine vereinfachte Farbfernsehröhre** wurde von einer britischen Firma entwickelt. Statt der üblichen 1 000 000 Phosphorpunkte für die Farben rot, grün und blau hat die neue Röhre 1100 senkrechte Phosphorstreifen in den gleichen Farben. Der Farbeffekt wird mit Hilfe eines einzigen Strahlenbündels erzeugt. *Rgs*

**Ein Farbfernseh-Projektor**, mit dem man Bilder von 3,60 m × 2,70 m ausleuchten kann, wurde in England gebaut. Der Projektor verlangt am Eingang getrennte Signale für rot, grün und blau oder ein kombiniertes Kode-Signal. Jeder Farbkanal hat einen eigenen 10-MHz-Verstärker. Die Kathodenstrahlröhre hat 5 Zoll Dmr. und arbeitet bei 50 kV. *Rgs*

**Eine magnetische Zugsicherung für die Allweg-Bahn** im Turiner Messegelände bauten die Siemens-Werke. Sie verkürzt die Schutzstrecke um 150 m auf 50 m. Vor den Endbahnhöfen an drei Punkten der 1200 m langen Strecke wird die Geschwindigkeit überwacht, bei deren Überschreiten die Sicherheitseinrichtung eingeschaltet wird und den Zug zum Stehen bringt. *Rgs*

**In Italien** wird ein UHF-Sendernetz für das zweite Programm eingerichtet. Zunächst sind 14 Sender vorgesehen, deren Programm am 14. November 1961 beginnen soll. 1962 werden weitere 28 UHF-Sender und Umsetzer gebaut. Da sich der Sendebetrieb aus Rundfunk- und Fernsehwerbung selbst finanziert, rechnet man mit der Abschaffung der Empfangsgebühren im Jahre 1965. *Rgs*

**Die Weltproduktion an Polyäthylen-Folien** wird auf 20 000 km<sup>2</sup> für das Jahr 1961 geschätzt. *r*

**Das Dezimalsystem** wird am 15. November 1961 in der Vereinigten Arabischen Republik eingeführt. *Rgs*

**Mit Hubschraubern** läßt die südafrikanische Rundfunk-Gesellschaft seit Juli d. J. 30 Sendemasten in Natal und in der östlichen Kap-Provinz setzen. Viele Terrains, die für die Aufstellung der Masten ausgewählt wurden, sind nicht über Straßen erreichbar. Vom Hubschrauber aus werden zunächst mit eingebauten Sendern Testsendungen durchgeführt, um immer den günstigsten Standort und die richtige Höhe der Masten zu ermitteln. Zum Aufstellen der Masten werden dann leistungsfähigere Hubschraubertypen, sogenannte „fliegende Kräne“ verwendet, die Baustoffe, Mastenteile, Werkzeuge und Arbeitskräfte heranbringen können. *Gl*

**Mit Hilfe von Luftballonen** wurde in Japan eine Hochspannungs-Freileitung gezogen. Die Aufgabe bestand darin, einen breiten Wildfluß mit der Leitung zu überqueren und Schikoku mit der Insel Awaji zu verbinden. Mehr als 80 Ballone von je 2,5 m Dmr. wurden in Abständen von 20 m an ein Drahtseil von 9 mm Dmr. gebunden, das damit auf die Maste gehoben wurde. An dem Seil wurde anschließend ein 12-mm-Drahtseil über den Fluß gezogen, das seinerseits dazu diente, die 4 Aluminiumleiter von je 35 mm Dmr. zu verlegen. *r*

**Süd-Indien** erteilte den Siemens-Schuckertwerken im Rahmen des Entwicklungsprogrammes Aufträge über die elektrische Ausrüstung für die in einem bei Madras liegenden Braunkohlenfeld verwendeten Bagger, ferner für die elektrische Ausrüstung einer Brikettfabrik und eines 10-MW-Kraftwerkes. *Rgs*

**Um 8 bis 12 dB leisere Transformatoren** baut eine amerikanische Firma durch „Entkoppeln“ der Schallwege. Durch Aufstellen des Kernes und der Wicklung auf Federn und Zwischenschalten eines elastischen Mediums in den Weg der Kühlflüssigkeit wird verhindert, daß die elektromagnetischen Schwingungen auf den Transformatorkessel übertragen werden. *r*

**Das Flußwasserkraftwerk am São Francisco in Brasilien** soll im Jahre 1964 auf 570 MW Leistung vergrößert werden. Später ist eine Steigerung auf 1200 MW vorgesehen. *Rgs*

**Ein elektronisches Lesegerät für Blinde** gibt für jeden gedruckten Buchstaben einen charakteristischen Laut. Das Lesegerät wird am Text Zeile für Zeile entlang geführt. Mit der eingebauten Lichtquelle und einer Reihe von winzigen Photozellen wird jeder Buchstabe abgetastet. Ist ein Zeichen von den Zellen „erkannt“, gibt ein angeschlossener elektronischer Umformer einen zugehörigen Ton bestimmter Höhe und Länge. Nach einiger Übung soll der Blinde imstande sein, Texte ohne Schwierigkeiten zu lesen. *r*

**Einen Elektronenrechner für Flugzeug-Bordanlagen** hat die Hughes Aircraft Co. entwickelt. Das Gerät ist mit Dünnschicht-Bauelementen ausgestattet und zeichnet sich durch extreme Raumaussnutzung aus. Es enthält etwa 8000 Bauteile und wiegt trotzdem nur 450 g bei einem Raumbedarf von 328 cm<sup>3</sup>. *r*

**Eine neue Glühlampe** mit einer 25 % höheren Lichtausbeute soll von der Polaroid Corp. in den USA entwickelt worden sein. Der Leuchtdraht besteht aus Tantalkarbid und wird in einer Schutzgasatmosphäre betrieben. *r*

**Mit einem neuen Elektrometer** der Cary Instruments, USA, können mit einer Spannung von 1 V Widerstände bis 1000 TΩ mit einer Toleranz von ± 1 % bestimmt werden. Ferner kann das Gerät Ströme bis zu 10<sup>-17</sup> A, Ladungen von 6 × 10<sup>-16</sup> C und Spannungen von 20 μV messen. *r*

**Ummagnetisierungszeiten von 10<sup>-9</sup> s** können mit dünnen magnetischen Schichten von etwa 10<sup>-4</sup> mm „Dicke“ aus der Nickel-Eisen-Legierung Permalloy erreicht werden. Diese dünnen durchsichtigen Folien haben insbesondere als Speicherelemente für die Weiterentwicklung digitaler Rechenmaschinen große Bedeutung. *l*

**Dünnschicht-Kondensatoren** stellt eine amerikanische Firma her, indem sie auf eine Metallschicht das Dielektrikum aufdampft. Es ist gelungen, ein Dielektrikum von weniger als 1 μm Dicke zu erzeugen, dabei wurden Kapazitäten von 8 μF/cm<sup>2</sup> erzielt. *Rgs*

**Einen Impulsgenerator** für Impulslängen kleiner als 20 ns ist in den USA entwickelt worden. Die Anstiegs- und Abfallzeiten sind geringer als 6 ns. Am Ausgang kann nach Bedarf die positive oder negative Halbwelle abgenommen werden. Der Generator hat drei sich überschneidende Bereiche von 1 bis 20 MHz, der Frequenzfehler beträgt 3 % des eingestellten Wertes. Die Ausgangsimpedanz ist 93 Ω. *Rgs*

**Zum Auffinden der wertvollen Metalle Zäsium und Rubidium** ist vom US-Bergbauamt ein einfaches und billiges Verfahren entwickelt worden, das selbst noch bei einem Erzgehalt von 0,006 % arbeitet. Diese Metalle werden in der Medizin, für Infrarotgeräte, photoelektrische Zellen und elektronische Geräte gebraucht. *Rgs*

**Brennstoff-Elemente** sollen nach Plänen der amerikanischen Marine als Energiequelle für den Antrieb von U-Booten in Kürze verwendet werden. Marinetechniker sind der Ansicht, daß die Leistung dieser Elemente den nuklearen Antriebsaggregaten ebenbürtig sind. *Rgs*

**Der amerikanische Kongreß** soll in Kürze beraten, ob die Hersteller von Fernsehgeräten gezwungen werden können, in die neuen Geräte Tuner einzubauen, damit das überlastete VHF-Band entlastet wird. Der Regierung schwebt vor, den Schwerpunkt des Unterhaltungs-Fernsehens in den UHF-Bereich zu legen. *Rgs*

**Neue Elektrolumineszenz-Elemente für Zahlen- und Buchstaben-Darstellungen** bietet eine amerikanische Firma an. Das Element wird mit einer Wechselspannung zum Leuchten angeregt. Es besteht aus Stabsegmenten, die zu Ziffern und Buchstaben zusammengeschaltet werden. Die Höhe der Normalplatte ist 33 mm, Sonderausführungen sind bis zu 30 cm möglich. *Rgs*

**Ein Koordinatennetz in einer Oszillographenröhre** wird elektronisch erzeugt. Drift und Verzerrungsfehler wirken auf Schreibstrahl und Koordinatennetz in gleicher Weise. Das Koordinatennetz besteht aus 100 senkrechten und 21 waagerechten Linien. Der Parallaxenfehler fällt fort, da Koordinatennetz und Schreibebeine zusammenfallen. *Rgs*



## RUNDSCHAU

DK 621.313.292

**Rotierende Transformatoren als Ersatz für Schleifringe mit Schleifbürsten. (Rotary transformers developed to replace slip rings and brushes.)** Nach Electr. Engng. Bd. 80 (1961) H. 6, S. 469–470; 5 B.

Der Begriff „Rotierende Transformatoren“ ist im deutschen Fachschrifttum nicht gebräuchlich. Hiermit sind Transformatoren gemeint, deren einer Teil (Primär oder Sekundär-Wicklung) mit dem drehenden Teil einer Maschine oder eines Gerätes umläuft, während der andere Teil des Transformators durch einen Luftspalt hiervon getrennt und unbewegt ist. Mit dieser Einrichtung ist es also möglich, Wechselströme ohne galvanische Kontakte (z. B. Schleifbürsten) von und zu drehenden Körpern zu übertragen.

Der Aufsatz berichtet über solche „Rotierenden Transformatoren“, die bei dem Massachusetts Institute of Technology entwickelt wurden. Einleitend wird darauf hingewiesen, daß die reibungslose Stromübertragung zwischen gegeneinander drehenden Körpern sich in der Zukunft viele Anwendungsmöglichkeiten erschließen wird. Es werden genannt: der Synchronmotor, der Kreiselkompaß und andere empfindliche Steuer- und Meßgeräte, die sehr von der Unsicherheit des Schleifkontaktes abhängig sind.

Auf die Anwendung beim Synchronmotor und die in den sonstigen Fällen auch vielfach erforderliche Gleichrichtung nach der Übertragung des Wechselstromes wird nicht eingegangen.

Zwei verschiedene Transformatorentypen werden beschrieben, der „Radial-Typ“ und der „Axial-Typ“. Bei dem Radial-Typ ist der Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärwicklung scheibenförmig (von einem Radius erzeugt), während der Luftspalt beim Axial-Typ zylinderförmig (parallel zur Achse) ist.

Man gibt keiner der beiden Bauarten einen besonderen Vorzug, sondern überläßt die jeweilige Verwendung den Platzverhältnissen. Die Fertigung der Transformatoren erfordert höchste Präzision. Die Toleranzen werden mit 2,5 µm genannt. Man hat infolge der gegebenen kleinen Exzentritäten eine Amplitudenänderung von weniger als 0,1 %. Die Robustheit gegen Schlag und Fall sei trotz der Präzision sehr groß. Der Wirkungsgrad wird in einem Fall mit 98 % angegeben.

Abschließend sei mitgeteilt, daß die Anwendung dieser Art von Transformatoren auf die Übertragung von Meßleistungen beschränkt bleiben wird. Dem Bericht ist aus den letzten Jahren eine Reihe Arbeiten und Patente hauptsächlich amerikanischer Herkunft bekannt, die sich mit der Übertragung von Erregerleistungen für Synchronmotoren und -generatoren ohne Schleifringe und Bürsten beschäftigen. Bei diesen Entwicklungen wird aber nicht die Erregerleistung (als elektrische) von unbewegten Geräteteilen her übertragen, sondern im Läufer eines mit der Maschinenwelle gekuppelten Wechselstromgenerators erzeugt und anschließend in mitrotierenden Gleichrichtern für die Speisung der Erregerwicklungen gleichgerichtet. Die obengenannten Arbeiten beschäftigen sich fast ausschließlich mit diesen Gleichrichtern.

Fdl

DK 621.316.925.43

**Hochempfindliche Fehlerstromschutzschalter in der Praxis.** Nach Amon, G., u. Havran, L.: Elektrotechn. u. Masch-Bau Bd. 78 (1961) H. 9, S. 316–321.

Einleitend weisen die Verfasser auf die Vorteile der Schutzschaltung mit Impulsauslösung hin. Ihr Grundgedanke ist folgender:

Die Energie eines Summenstromwandlers wird über einen kleinen Trockengleichrichter in einem Kondensator gespeichert. Wird die Auslöse-Energie erreicht, so zündet ein Gasentladungsrohr und das Schaltschloß des Schutzschalters wird entklinkt. Die Verfasser weisen darauf hin, daß mit der Impulsauslösung eine Auslösekennlinie erreicht werden kann, die dem physiologischen Grundgesetz angepaßt ist.

Unter Hinweis auf die neuen österreichischen Vorschriften für Fehlerstrom-Schutzschalter OVS-S, 50/1959 werden die Auslösekennlinien von Schutzschaltern mit Impulsschaltungen mit solchen mit reiner elektromagnetischer Aus-

lösung verglichen und der Vorteil der erstgenannten hervorgehoben. Anschließend werden die wohl allgemein bekannten Ursachen des Versagens von Schutzschaltungen erwähnt. Eine kurze Statistik (Mittelwerte tödlicher Unfälle bei Spannungen bis 250 V in mehreren europäischen Staaten in den Jahren 1953 bis 1957) zeigt, daß gerade in Österreich die Zahl der tödlichen Unfälle verhältnismäßig hoch liegt.

Beachtlich ist der Hinweis, daß auch bei Berührung blanker, unter Netzspannung stehender Anlageteile — bei Vorhandensein von Schutzschaltern mit Impulsauslösung auch bei kleinsten Auslösegrenzströmen, ohne Gefahr von Fehlauflösungen durch Ableitströme — der Betroffene keiner tödlichen Gefahr ausgesetzt ist.

Ferner werden die Vorteile einer hochempfindlichen Schutzschaltung an verschiedenen Beispielen gezeigt, vor allem an einem ortsveränderlichen Objekt (Wagen einer Österreichischen Mineralölgesellschaft). Trotz der Isolierung des Wagens durch Gummiräder treten u. U. verschiedene Nebenerden auf (Abwasserschlauch, Gabel der Anhängerkupplung u. dgl.). Durch Verwendung eines unter dem Wagen angebrachten Erdungsspießes und einer Schutzschaltung mit Impulsauslösung wurden gute, durch eingehende Messungen bestätigte Ergebnisse erzielt. Wf

DK 621.315.211.4.004.64 : 669.71

**Das Verhalten von Gasinnendruck-Kabeln mit Aluminiummantel gegenüber mechanischen Einflüssen.** Nach Schmidt, B.: BBC-Nachr. Bd. 43 (1961) H. 6, S. 344–354; 21 B., 12 Qu.

Gasinnendruck-Kabel für Spannungen bis 110 kV haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Der Verfasser berichtet über Gasinnendruck-Kabel mit Aluminiummantel, und zwar insbesondere über ihre Betriebssicherheit und ihr Verhalten bei mechanischen Einflüssen und äußeren Beschädigungen.

Zunächst geht der Verfasser auf die Eigenschaften des Aluminiummantels ein. Neben einer Anzahl von Vorteilen gegenüber dem Bleimantel, wie günstigerer Preis, größere Dauerzugfestigkeit, Einsparung des Sternpunktleiters beim Niederspannungskabel, hat der Aluminiummantel die Nachteile, daß Muffenverbindungen und Endverschlüsse schwerer herstellbar sind, daß Aluminium korrosionsempfindlicher als Blei ist und bei der Fertigung — wegen der hohen Verarbeitungstemperatur — Schwierigkeiten bereitet. Die Schwierigkeiten bei der Fertigung sind heute überwunden; als Korrosionsschutz für im Erdboden verlegte Aluminiummantelkabel hat sich ein PVC-Mantel als geeignet erwiesen. Bei Beachtung einer gewissen Sorgfalt stellen die in Verbindungsmuffen und Endverschlüssen notwendigen Lötverbindungen kein Problem mehr dar.

Nachdem der Verfasser im folgenden die Gasdurchlässigkeit der Isolierung und die Meßverfahren zum Ermitteln undichter Stellen, und zwar die Grob- und Feinortung, beschrieben hat, geht er auf das Verhalten des Gasinnendruck-Kabels bei Mantelschäden ein. Die hierfür durchgeführten Langzeitversuche haben ergeben, daß es ohne weiteres möglich ist, ein Kabel instandzusetzen und dem Betrieb wieder zu übergeben.

Thr

DK 621.311.53 : 331.81

**Beeinflussung der Stromversorgung durch Änderung der Arbeitszeit (45-Stunden-Woche, 5-Tage-Woche).** Nach Bauer, L.: Österr. Z. Elektr.-Wirtsch. Bd. 13 (1960) S. 635–639; 8 B., 3 Taf.

Der Verfasser, dem für Österreich über eine Reihe von Jahren Tagesangaben über den Elektrizitätsverbrauch zur Verfügung standen — eine Voraussetzung, die nicht in allen Ländern gegeben ist — zeigt zunächst die Entwicklung des Jahresmittels des Verbrauchs an den einzelnen Tagen der Woche von 1955 bis 1959. Während die Werte für Dienstag bis Freitag sich nur wenig von dem gleich 100 gesetzten Wert für Donnerstag unterscheiden, ist für den Samstag ein zunächst langsamer, von 1958 auf 1959 aber stärker in Erscheinung tretender Rückgang der Tageskennziffer von 90,4 % 1955 auf 87,3 % 1959 festzustellen. Daß im gleichen Zeitraum die Sonntagskennziffer von 67,8 auf 66,1 % zurückgegangen ist, muß — darauf weist die Arbeit aller-



dings nicht hin — gleichfalls mit der Verlagerung von Elektrizitätsverbrauch der gewerblichen Wirtschaft vom Samstag auf die übrigen Wochentage zusammenhängen.

Das Verhältnis des Sonntagsverbrauchs zum Mittwochverbrauch ist in Österreich von 1955 auf 1959 um rund 4 % zurückgegangen, im gleichen Maße auch das Verhältnis des Samstagsverbrauchs zum Durchschnittsverbrauch Montag bis Freitag. Der in der Arbeit gebrachte Vergleich mit den Ergebnissen einer entsprechenden UCPE-Untersuchung für verschiedene andere Länder erscheint dem Berichter unzweckmäßig, weil sich die letztgenannte Untersuchung nur bis 1958 erstreckt, ein Jahr, das wegen der verhältnismäßig ungünstigen Beschäftigungslage der Industrie ein wenig geeignetes Vergleichsobjekt darstellt.

Es wäre sehr aufschlußreich, wenn die vorliegende Untersuchung noch durch Angaben über die Entwicklung der Belastungsdiagramme am Samstag und an den übrigen Wochentagen ergänzt werden könnte. Es wird jedoch hier wahrscheinlich noch schwieriger sein, den Einfluß der Arbeitszeitverkürzung von anderen Einflüssen (beispielsweise denjenigen von Tarifmaßnahmen) klar zu trennen. Das läßt sich aus den in dem Aufsatz gebrachten Zahlentafeln über die Entwicklung der Aufteilung des Verbrauchs auf die Starklaststunden (6 bis 22 Uhr) und die Schwachlaststunden (22 bis 6 Uhr) an den verschiedenen Arten von Wochentagen von 1951 bis 1959 schließen. Zu diesen Tafeln, Ergebnisse einer Untersuchung über die Auswirkungen von Tarifmaßnahmen zur Hebung der Schwachlast, gibt der Aufsatz nur den Kommentar, daß sie die Ergebnisse der anderen Untersuchungen hinsichtlich des Rückgangs des Samstagsverbrauchs bestätigten.

Sehen wir uns aber die Hauptdaten für 1955 und 1959 kritisch an (alle Zahlen sind % des jeweiligen Jahresverbrauchs), so machen wir die eigentümliche Feststellung, daß sich der vom Samstag abgehende Verbrauch nur zu  $\frac{2}{3}$  an den Werktagen wiederfindet, und zwar fast ausschließlich in den Schwachlaststunden von 22 bis 6 Uhr, das restliche Drittel verteilt sich gleichmäßig über den Sonntag.

Wochentage	Zeit	1955 %	1959 %	Änderung %
Werktage	6—22 Uhr	53,44	53,43	— 0,01
	22—6 Uhr	20,07	20,67	+ 0,60
	22—22 Uhr	73,51	74,10	+ 0,59
Samstage	6—22 Uhr	9,89	9,12	— 0,77
	22—6 Uhr	3,67	3,55	— 0,12
	22—22 Uhr	13,56	12,67	— 0,89
Sonn- und Feiertage	6—22 Uhr	8,68	8,82	+ 0,14
	22—6 Uhr	4,25	4,41	+ 0,16
	22—22 Uhr	12,93	13,23	+ 0,30

Das läßt sich daraus erklären, daß die Auswirkungen der Tarifmaßnahmen die der 5-Tage-Woche überdecken, denn der am Samstag ausgefallene Verbrauch kann nur in die Starklaststunden der anderen Werktage verlagert sein.

Wenn der Verfasser am Schluß seines Aufsatzes sagt, daß durch die Arbeitszeitverkürzung die wöchentliche Belastungsspitze verhältnismäßig stark gestiegen sei, so ist das offenbar eine zwar naheliegende, durch die hier vorgelegten Unterlagen jedoch nicht gestützte, theoretische Überlegung.

Sd

DK 537.324 : 621.689 : 621.039.534.6

**Thermoelektrische Pumpen für flüssige Metalle.** Nach Rex, D.: VDI-Z. Bd. 103 (1961) H. 1, S. 17—19; 5 B., 2 Qu.

Bei einer thermoelektrischen Pumpe entsteht der für den elektromagnetischen Antrieb erforderliche starke Strom durch den thermoelektrischen Effekt zwischen dem flüssigen Metall und dem Metall der Rohrwand des Pumpkanals. In einem rechteckigen Kanal erhitzt man die eine Seitenwand und kühlt die gegenüberliegende. Es entsteht eine heiße und eine kalte Verbindungsstelle, und die erzeugte Thermospannung kann in den Metallmassen mit kleinem elektrischem Widerstand einen starken elektrischen Strom hervorrufen, der durch das flüssige Metall und, in entgegengesetzter Richtung, durch die beiden anderen Rohrwände verläuft. Ein auf der Längsachse des Kanals senkrecht stehendes Magnetfeld erzeugt dann einen Druck auf das flüssige Metall, der dieses in Bewegung setzt. Bei der kon-

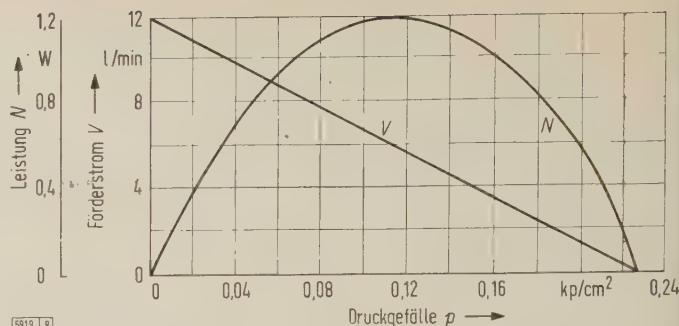


Bild 1. Abhängigkeit des Förderstromes  $V$  und Leistung  $N$  vom Druckgefälle  $p$  bei dem berechneten Pumpkanal.

struktiven Durchbildung einer solchen Pumpe kann man durch geschicktes Anordnen mehrerer Kanäle und geeignete Strömungsführung, das Temperaturgefälle durch das heiße Metall selbst erzeugen.

Das Prinzip läßt sich mit einfachen Mitteln rechnerisch erfassen, und man kann die wichtigsten Betriebsdaten schnell abschätzen. Es ergibt sich für einen Kanal mit einer 1 cm dicken Wand aus reinem Eisen, einem Innenquerschnitt von  $3 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ , einer Temperaturdifferenz von  $100^\circ \text{C}$ , bei einer Induktion von  $1000 \text{ G}$ , die mit Hilfe kleiner Oxydmagnete an der Innenwand erzeugt wird, ein größter Volumstrom von  $12 \text{ l/min}$  (Bild 1). Es ergibt sich auch ein größter statischer Druck von  $0,23 \text{ kp/cm}^2$  und eine höchste Pumpenleistung von  $1,2 \text{ W}$ .

Die Pumpe ist überall dort anwendbar, wo es darauf ankommt, kleine Mengen flüssigen Metalls einfach und betriebssicher, ohne Rücksicht auf den Wirkungsgrad zu fördern. Dies ist z. B. beim Betrieb von natriumgeköhlten Reaktoren der Fall, bei denen auf die Möglichkeit des Versagens der Hauptpumpe, z. B. bei Stromausfall, Rücksicht genommen werden muß. Es werden Versuche durchgeführt, durch Anordnen vieler paralleler Pumpkanäle und Verändern der Abmessungen und Metalle im thermoelektrischen Kreis, die Pumpcharakteristik dem Reaktor anzupassen. In einer Natrium-Versuchsanlage, in der man Natrium auf  $500^\circ \text{C}$  erhitzen kann, wurde in einem Kreislauf mit  $30 \text{ l/min}$  gearbeitet.

Hö

DK 621.039.524.2.034.6

**Gegenwärtiger Entwicklungsstand des Natrium-Graphit-Reaktors.** Nach Beeley, R. J.: Atom u. Strom Bd. 7 (1961) H. 3, S. 17—22; 6 B., 4 Taf., 9 Qu.

Zur Problematik des Natrium-Graphit-Reaktors behandelt der Aufsatz am Beispiel des Kraftwerkes Hallam (Hallam Nuclear Power Facility) einmal den gegenwärtigen Entwicklungsstand der Brennstoffe, der Baustähle und der Bestandteile des Natriumsystems dieses Reaktortyps.

Neben der bereits erprobten Legierung von Uranmetall mit 10 Gewichtsteilen Molybdän als Brennstoff werden Versuche mit Urankarbid (Schmelzpunkt  $2300^\circ \text{C}$ ) gemacht, das auf Grund seiner höheren Wärmeleitfähigkeit dem  $\text{UO}_2$  vorzuziehen ist. Ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren von UC und  $\text{UC}_2$  ist im Stadium der Versuche. Von Baustählen wird im gesamten Natriumsystem der Typ 304 bevorzugt, Chrom-Molybdänstähle sind in der Entwicklung begriffen. Zur Moderator-Umhüllung wird in Hallam rostfreier Stahl verwendet. Der Dampferzeuger ist mit doppelwandigen Rohren bestückt, die naturgemäß äußerst aufwendig sind. Im „Field Test Laboratory“ der Atomics International, Santa Susana (Calif.), werden deshalb u. a. umfangreiche Versuche mit einer Dampferzeuger-Erprobungsanlage durchgeführt, die zu einer wirtschaftlicheren Lösung bei Dampfbetriebsdaten von  $170 \text{ at}$  und  $566^\circ \text{C}$  führen sollen.

Auch Nebeneinrichtungen wie Einfüll- und Ablasssystem des Natriums sowie dessen Vorwärmung werden gestreift und die Chemie des Kühlmittels behandelt. Als Hauptverunreinigung fällt das Natriumoxyd an, das im sogenannten Kaltabscheider vor dem Natrium bis auf einen Rest von  $10 \text{ ppm}$  (parts per million) ausgefällt wird. Sobald jedoch Zirkon im System vorhanden ist, muß der Oxydgehalt des Natriums unter  $10 \text{ ppm}$  gedrückt werden, was dann in Warmabscheidern mit Zirkonschwamm als Fangstoff erfolgt. Die Chemie des Natriums wird grundsätzlich unkompliziert, sobald reaktionsträge Schutzgase wie z. B. Stickstoff (an Stelle des kostspieligen Heliums) verwendet werden.



Das wiederum bringt Schwierigkeiten hinsichtlich der Nitrierung von Stahl 304.

Abschließend gibt der Aufsatz Leistungsdaten von Halblam und Schätzkosten einer Anlage nach dem heutigen Stand, wobei allerdings optimistisch ein Lastfaktor von 80,0% zugrunde gelegt ist. Immerhin kommt man zu Stromkosten von 3,3 Pf/kWh.

Lch

DK 539.16 : 621.039.553

**Wirkung der Reaktorstrahlung auf organische Stoffe. Sicherheitsüberlegungen vor der Durchführung einer Bestrahlung.** Nach Schilling, W.: Kerntechn. Bd. 3 (1961) H. 3, S. 106–110; 4 B., 4 Taf.

Im ersten Teil des Aufsatzes werden die physikalischen Grundlagen der Strahlenschäden organischer Stoffe skizziert. Die Schädigung beruht darauf, daß energiereiche Strahlung Moleküle anregt oder ionisiert. Als Folge davon werden chemische Bindungen gelöst. Diese Schädigung ist eine ganz andere als bei Metallen und kann daher im allgemeinen nicht durch Temperung rückgängig gemacht werden. Elektronen, Neutronen und  $\gamma$ -Quanten wirken gleich, die Neutronen über die von ihnen erzeugten Rückstoßprotonen, die  $\gamma$ -Quanten über die von ihnen ausgelösten Elektronen. Als Maßstab der Schädigung dient die je 100 eV absorbierter Strahlung erzeugte Zahl von Radikalen. Sie schwankt zwischen 0,8 für Benzol und 38 für Chloroform.

In organischen Hochpolymeren treten dreierlei Änderungen auf, Quervernetzung, Kettenbildung und Gasentwicklung. Damit verknüpft ist eine Änderung der elastischen Eigenschaften, des Elastizitätsmoduls, der Verformbarkeit, Plastizität, Zugfähigkeit, Härte und Bruchdehnung. Darauf beruht die technische Anwendung.

Im zweiten Teil wird über die Sicherheit bei der Bestrahlung von Proben berichtet, wobei folgende Gesichtspunkte auftreten: 1. Welche Reaktivitätsänderung bewirkt die Probe? Die Folgen einer plötzlichen Änderung der Reaktivität werden besprochen. 2. Besteht die Gefahr einer Korrosion im Polwasser? Das der Bestrahlung unterworfenen Wasser greift Metalle wesentlich stärker an als normales Wasser. Gut bewährt haben sich Reinstaluminium und V2a-Stahl. 3. Können bei der Bestrahlung Gasentwicklung und chemische Reaktionen eintreten? Diese können zu Überdrücken und damit zu einer Zerstörung der Umhüllung der Probe führen. Besonders kritisch sind organische Stoffe.

HI

DK 621.365.511.029.426 : 669.7.0

**Die induktive Erwärmung von Leichtmetall-Barren mit Netzfrequenz.** Nach Sundberg, Y.: Asea-Z. Bd. 6 (1961) H. 1, S. 18 bis 25; 10 B., 2 Qu.

Aus einer kurzen Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen des Skineffektes leitet der Verfasser zunächst die Kleinstwerte der Dicke bzw. des Durchmessers für die Platten und Rundbarren aus reinem oder legiertem Aluminium ab, bei denen eine induktive Erwärmung mit Netzfrequenz von 50 Hz ohne Einbuße an Wirkungsgrad möglich ist; die Zahlenwerte liegen zwischen 3,1 cm (Plattendicke bei Reinaluminium) und 8 cm (Durchmesser von Rundbarren aus legiertem Aluminium). Nach einer Näherungsbetrachtung über die thermischen Ausgleichsvorgänge im Werkstück wird in Verbindung mit 3 Schaltungsbeispielen auf technische Einzelheiten von Induktionsanlagen für Leichtmetall-Erwärmung eingegangen; es sind Kupferrohrspulen mit mindestens 10 mm Wanddicke erforderlich, um die Kupferverluste klein zu halten. Zum Verbessern des Ofenwirkungsgrades, zum Versteifen der Spule und zum Rückleiten des magnetischen Wechselstromes sind Blechpakete an den Spulen vorzusehen.

Bei den Ofenanlagen kann nun zwischen Wechselstrom- und Drehstrom-Bauarten einerseits sowie zwischen Einbarren- und Mehrbarren-Ausführungen unterschieden werden; ihre Vor- und Nachteile werden kurz besprochen. Bei Mehrbarren-Anlagen sind die dreiphasige Auslegungsmöglichkeit, das hohe Produktionsvermögen und die Möglichkeit, Barren verschiedener Länge ohne Änderung der Spulenlage verarbeiten zu können, positiv zu werten; bei Betrieb mit sich ändernden Entnahmezeiten können jedoch störende Pendelungen auftreten. Auch kann das Anfahren sowie die Vermeidung von Temperatur-Ungleichmäßigkeiten in der Barren-Längsrichtung beim Übergang von der einen auf die andere Phase mit Schwierigkeiten verbunden

sein. Für die Stromversorgung von Induktionsanlagen sind die Notwendigkeit der Blindleistungskompensation, der Symmetrierung und der Regelbarkeit der Ofenspannung kennzeichnend; bei Drehstrom-Anlagen regelt man in gewissen Fällen die Spannung der 3 Spulen individuell.

Konstruktiv bemerkenswerte Probleme sind das Festlegen der Barren während der Erwärmung, bei der große mechanische Kräfte auftreten, die Beschickungseinrichtungen und die mit hohen Genauigkeitsanforderungen zu entwerfende automatische Temperaturregelung; bei einer mit Chromel-Alumel-Thermoelement arbeitenden Ofenschütz-Regelung kann die Temperatur z. B. innerhalb des Bereiches 500 bis 505 °C gehalten werden. Abschließend enthält die Arbeit Betriebshinweise sowie die Beschreibung einer Ofenanlage mit  $2 \times 300$  kW, die bis zu 50 Rundbarren (Durchmesser: 125 bzw. 150 mm; Länge: 235 bis 700 mm) je Stunde erwärmen kann. Meßwerte des spezifischen Energieverbrauches sind angegeben (315 bis 445 kWh/t).

Fs

DK 621.317.7.083.5

**Selbstabgleichende elektrische Kompensations-Meßgeräte.** Nach Wechsung, H.: Z. Instrum.-Kde. Bd. 69 (1961) H. 6, S. 151–159; 21 B., 18 Qu.

Die Verwendung selbstabgleichender elektrischer Meßgeräte nach dem Kompensationsverfahren ermöglicht es, den Fehler beim Registrieren von physikalischen Meßgrößen, die unmittelbar in elektrischen Größen oder über Meßwertumformer geliefert werden, bis auf 0,25% vom Meßbereichumfang zu verringern. Große Drehmomente an der Einstellachse erlauben die Verwendung von zusätzlichen Schaltgliedern für Regelaufgaben und die Ausführung von Rechenoperationen. Als Ausführungsbeispiel eines selbstabgleichenden Kompensators nach dem Strommesserverfahren beschreibt der Verfasser zunächst den Photozellen-Kompensator. Mit der rückwirkungsfreien photoelektrischen Steuerung lassen sich Geräte höchster Empfindlichkeit bauen, wenn als Nullindikator ein Spiegelgalvanometer verwendet wird. Da der Lichtzeiger mit dem doppelten Winkel der Drehspule ausschlägt und man ihn beliebig lang ausbilden kann, läßt sich der Kompensationsstrom mit einem sehr kleinen Galvanometer-Ausschlag aussteuern. Zum Unterdrücken des Nullpunktes muß man der Meßspannung eine konstante Spannung (Unterdrückungsspannung) entgegenschalten. Der Unterdrückungsstrom kann beispielsweise einem Netzgerät mit zwei in Kaskade geschalteten Glühlampen oder Zenerdioden entnommen werden.

Bei dem Potentiometerverfahren bedingt der selbsttätige Abgleich einen größeren Aufwand, weil durch den Strom im Nullkreis der Potentiometerabgriff mechanisch verstellt werden muß. Das Meßprinzip eines Kompensationsschreibers wird gezeigt. Die in der Brückendiagonale entstehende Differenzgleichspannung formt man durch einen Wechselrichter in eine Wechselspannung um. Diese wird verstärkt einem Meßmotor zugeführt, der den Potentiometer-Abgriff und gleichzeitig den Zeiger oder Schreiberkopf so lange verstellt, bis die Diagonale stromlos ist. In diesem Zustand wird der Meßwert registriert.

Bei verschiedenartiger Ausstattung haben diese Geräte gemeinsam den Meßkreis mit Hilfsstromspeisung, den Nachlaufkreis mit Zerkhackerverstärker und Nullmotor sowie die notwendige Mechanik zum Steuern des Papiervorschubes, zum Drucken und Schreiben der Meßwerte und zur selbsttätigen Hilfsstromkontrolle. Das Meßpotentiometer wird durch Serien- und Parallelwiderstände auf eine überstrichene Ohmwertänderung abgeglichen, so daß bei einem notwendigen Austausch die Eichung des Gerätes erhalten bleibt. Die Potentiometer werden meist auf einer Kreisbahn angeordnet; es gibt auch Ausführungen, die zum Erreichen einer besonders großen Länge gewendet ausgeführt sind. Für schnelle Schreiber werden gestreckte Potentiometer vorgezogen.

Die Gesamtfehlergrenze setzt sich bei diesen Geräten zusammen aus der Fehlergrenze der Vergleichsspannung am Skalenanfang und der Fehlergrenze des am Potentiometer abgegriffenen Teiles der Vergleichsspannung (Meßbereichumfang). Auf einer Papierbreite von 250 mm kann eine größere Anzahl Vorgänge unabhängig voneinander und übersichtlich aufgezeigt werden. Die nach dem Potentiometerverfahren arbeitenden Meßgeräte ergeben eine Einstellung unabhängig von äußeren mechanischen Kräften und gestatten somit die Verwendung in beweglichen Meßgegenständen. Abschließend behandelt der Verfasser den Nachlaufkreis und die mechanische Ausrüstung der Geräte.

Hlk



DK 621.375.9.029.66  
**Der optische Maser. (The optical maser.)** Nach Garrett, C. G. B.: Electr. Engng. Bd. 80 (1961) H. 4, S. 248–251; 7 B.

Das Prinzip des Masers<sup>1)</sup> (microwave amplification by stimulated emission of radiation: Mikrowellenanfachung über Strahlungs-Erregung) wurde beim Echo I, dem passiven Satelliten, praktisch angewendet. Nun ist das Maserprinzip auf die optischen Frequenzen erweitert und über eine Versuchsstrecke von 40 km eine erste Nachrichtenverbindung hergestellt worden. Der optische Maser (Laser) erzeugt in einem engen Frequenzband ein schmales, kohärentes Lichtbündel, das mehr als eine Million mal heller als die Sonnenstrahlung auf der Erde ist.

Das Herzstück des Masers ist ein synthetisch hergestellter Rubinkristallstab von etwa 4 cm Länge und  $\frac{1}{2}$  cm Durchmesser. Die Endflächen des Stabes sind etwas lichtdurchlässig so metallisiert, daß sie im Stab eine stehende Lichtwelle durch Mehrfachreflexionen ermöglichen. Wenn der Stab intensivem gewöhnlichem weißem Licht ausgesetzt wird, schaukelt sich im Inneren des Stabes monochromatisches kohärentes Licht auf, das an der Stirnseite des Stabes unter einem Winkel von nur  $\frac{1}{10}^\circ$  austritt. Das Licht wird aber nur in kurzen Stößen von etwa 1  $\mu$ s Dauer ausgesendet. Das hängt mit dem Aufschaukelungsprozeß zusammen, bei dem schließlich das anregende Licht nicht genügend Nachschub an emissionsfähigen („metastabilen“) Atomzuständen bringt. Angeregt werden Chromatome, die in kleinen Mengen im Aluminiumoxydgitter eingebaut werden.) Mit diesen Arbeiten ist der Beginn einer umfangreichen Forschungstätigkeit gesetzt, in der die Modulation, die Verstärkung und Demodulation dieser optischen Frequenzen weiter ausgebaut werden soll. Ebt

DK 621.375.9 : 535-2  
**Kontinuierlich arbeitender optischer Maser ist ein Triumph der physikalischen Grundlagenforschung. (Continuously operating optical maser is triumph of basic physical research.)** Electr. Engng. Bd. 80 (1961) H. 4, S. 314–315; 2 B.

Durch eine elektrische Entladung in einer Mischung von Helium- und Neongas wird ein kontinuierlich arbeitender optischer Maser (ultrarot) möglich in einer Anordnung, die in den Bell-Laboratorien von A. Javan, W. R. Benett, Jr. und D. R. Herriott entwickelt wurde. Der Strahl schaukelt sich durch die Hin- und Herreflexion an den teildurchlässigen End-Reflexionsflächen einer etwa 1 m langen Entladungsröhre auf eine kontinuierliche Leistung von etwa 0,01 W auf. Die Linien-Breite ist wesentlich schmäler als beim Rubinmaser, sie ist sogar etwa 1000-mal enger als bei den besten spektroskopischen Linien. Das Neon-Atom kann in dem Maser bis zu 30 verschiedene Frequenzen zwischen 9000 und 17 000 Å erzeugen. Mit weiteren Gasmischungen wird man andere Frequenzen erzeugen und dem Physiker ein Hilfsmittel in die Hand geben, das eine wesentlich erhöhte Genauigkeit bei spektroskopischen Messungen bringen kann. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Messung von Entfernungen über viele Kilometer mit einer extremen Genauigkeit. Ebt

DK 621.313.1 : 621.317.66.082.13  
**Neuerungen zur Bestimmung des Wirkungsgrades von Maschinen nach dem Auslaufverfahren.** Nach Fussan, R.: Siemens-Z. Bd. 55 (1961) H. 3, S. 173–177; 3 B.

Um den gewährleisteten Wirkungsgrad von Großgeneratoren innerhalb enger Grenzen nachweisen zu können, muß die Genauigkeit besonders der im Kraftwerk anwendbaren Meßverfahren erhöht werden. Bei dem bekannten Motor- und Auslaufverfahren treten Schwierigkeiten auf, die sich durch Abwandlung dieser Verfahren in ein vereinfachtes Auslaufverfahren mit Hilfe eines elektronischen Meßgerätes umgehen lassen. Die umständliche wattmetrische Verlustmessung im Motorverfahren entfällt dabei.

Die Verlustbestimmung im Auslauf beruht darauf, daß der Prüfling nach Abschalten des Antriebes durch seine Verluste stetig abgebremst wird. Dabei ist die Verzögerung für ein bestimmtes Schwungmoment und eine bestimmte Drehzahl unmittelbar ein Maß für die Verluste. Meßtechnisch wird die Drehzahl als Funktion der Zeit aufgenommen und die Verzögerung jeweils durch Konstruieren der Tangente ermittelt. Die Drehzahl wird meist durch Mes-

sen der drehzahlproportionalen Spannung einer der auf der Generatorwelle sitzenden Hilfsmaschine ermittelt. An dem bei neuzeitlichen Maschinen immer vorhandenen Pendelgenerator wird ein kleiner Meßumformer (Synchronmotor und Gleichstromtachomaschine) angeschlossen. Die mit einem Drehspeulinstrument gemessene Gleichspannung ist dann der Drehzahl proportional.

Mit einem elektronischen Impulszähler können die Drehzahl und auch der Zeitabstand zwischen zwei Drehzahlmessungen mit sehr großer Genauigkeit bestimmt werden; man erhält ohne die umständliche Tangentenkonstruktion die Verzögerung unmittelbar. Bei Verwendung eines Zählgerätes mit sechs Dekaden liegt die aus zwei Messungen gebildete Drehzahldifferenz bei einigen zehntel Prozent der Nenndrehzahl. Auch bei stärkster Drehzahlabhängigkeit der Verluste ergibt sich ein möglicher Gesamtfehler für die Verzögerung, der geringer als 0,1 % ist. Durch Belasten der Erregermaschine auf einen äußeren ohmschen Widerstand im Anlauf läßt sich das Schwungmoment aus den zusätzlichen Bremsverlusten und der Verzögerungsdifferenz gegenüber dem Auslauf ohne Belastung der Erregermaschine bestimmen. Die Genauigkeit der Verlustmessung über die Gleichstrom-Erregermaschine entspricht der beim geeichten Gleichstrom-Antriebsmotor.

An einem Beispiel wird die Anwendung eines elektronischen Zählgerätes zur Verzögerungsbestimmung und die Verlust- und Schwungmomentbestimmung nach dem reinen Anlaufverfahren gezeigt. Aus den Einzelverlusten wird der Wirkungsgrad berechnet. Abschließend werden noch einige allgemeine meßtechnische Gesichtspunkte bei der Anwendung des Auslaufverfahrens untersucht. Nachteilig ist, daß die Luftreibungsverluste des Turbinenlaufrades und andere Reibungsverluste in den gemessenen Gesamtreibungsverlusten enthalten sind. Demgegenüber werden die einzelnen Meßwerte in kurzer Zeit gewonnen. Auch die Aufnahme einer Meßwertreihe zum Ermitteln der Eisenverluste, abhängig von der Induktion, macht keine Schwierigkeiten. Der Nachweis des gewährleisteten Schwungmomentes ist nur mit dem Auslaufverfahren möglich. Hlk

DK 621.385.029.65.032.53  
**Eine neue chromfreie, veredeltbare Eisen-Nickel-Einschmelzlegierung für den Bau von Mikrowellenröhren.** Nach Düsing, W.: Telefunken-Z. Bd. 34 (1961) H. 131, S. 64–68; 10 B., 1 Taf., 3 Qu.

Für den Bau von Mikrowellenröhren werden Weichgläser mit einem Bleigehalt von etwa 30 % benutzt. Diese haben gute elektrische Eigenschaften und werden deswegen in der Elektrotechnik in großem Umfang verwendet. Besonders genannt ist das Glas 123 a von Osram. Zu diesem Glas war eine Einschmelzlegierung zu entwickeln, deren thermischer Ausdehnungskoeffizient möglichst mit dem des Glases übereinstimmen sollte. Weiterhin mußte sich die Legierung, mit Rücksicht auf den Skineffekt, durch elektrolytisches Aufbringen von Gold oder Silber oberflächenveredeln lassen. Beim Anglasen darf eine derartige Schicht nicht abblättern.

Als Einschmelzlegierungen werden für die genannten Gläser üblicherweise ferromagnetische Ni-Fe-Legierungen, deren Curietemperatur unterhalb des Glas-Erweichungsgebietes liegt, verwendet. Mit den magnetischen Eigenschaften dieser Legierungen ist eine anormale Wärmeausdehnung verbunden, die der Wärmeausdehnung des Glases bei höheren Temperaturen entgegenkommt. Damit lassen sich bei größeren Temperaturänderungen die in der Glas-Metall-Verbindung auftretenden mechanischen Spannungen niedriger halten als mit Metallen anderer Art. Jedoch liegt man auch mit der bisher gebräuchlichen Legierung mit 54 % Ni und 46 % Fe bereits an der Gefahrgrenze. Ni-Fe-Legierungen, denen 6 % Cr zugesetzt sind, führen in Stumpf-anglasungen nur zu mittleren Druckspannungen, die günstiger sind als entsprechende Zugspannungen. Doch haften galvanische Überzüge schlecht auf Legierungen mit höherem Chromgehalt. Eine Herabsetzung des Cr-Gehaltes auf z. B. 1 % führt zu hohen Zugspannungen. Ähnlich wirken sich Cu-Zusätze aus. Gute Ergebnisse wurden mit Mn-Zusätzen erzielt. Als sehr günstige Zusammensetzung erwies sich eine Legierung von 48 % Ni, 47 % Fe und 5 % Mn. Die größten Spannungen im Glas traten bei Verwendung dieser Legierung in der Nähe von 150 °C und 350 °C auf; sie lagen aber genügend weit unter den höchstzulässigen Werten. Hsp

<sup>1)</sup> Friedburg, H.: Quatenmechanische Verstärker. ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 17, S. 449–453.



## AUS DER INDUSTRIE

### Kernenergie-Versuchsanlage

DK 621.039.524.44.001.5

Die AEG hat in Großwelzheim in unmittelbarer Nähe des Versuchsatomkraftwerkes Kahl am Main eine eigene Kernenergie-Versuchsanlage errichtet. Die Anlage besteht aus einem Prüfreaktor vom Argonaut-Typ und aus mehreren Wärmeprüfständen. Der Reaktor dient zum Ausbilden von Reaktor-Bedienungspersonal sowie für reaktorphysikalische Untersuchungen wie z. B. Messung physikalischer Kenngrößen von Reaktor-Gitterstrukturen und von Neutronen-Absorptionsquerschnitten. Im Versuchsstand für wärmetechnische Untersuchungen können an nachgebildeten Brennstoffelementen für Siedewasser-Reaktoren das Auftreten von Filmverdampfung, der Dampfblasen-Voreilung und der Dampfverteilung gemessen werden.

Der Innenraum des Reaktorgebäudes ist im Bild 1 dargestellt. Links ist der Prüfreaktor zu erkennen. Er hat eine mit Leichtwasser moderierte Spaltzone, die in Form eines Hohlzylinders in einem Graphitblock von etwa 2 m Breite  $\times$  2 m Tiefe  $\times$  1,2 m Höhe eingesetzt ist. Die Spaltzone besteht, im Gegensatz zum Argonaut-Reaktor, nicht aus einem einzigen hohlzylindrischen Wasserbehälter, sondern aus einzelnen Wasserkästen von etwa 8 cm  $\times$  8 cm  $\times$  120 cm Größe, die jeweils nur ein Brennstoffelement aufnehmen. Diese Kästen werden in dafür vorgesehene Öffnungen im Graphitblock eingesetzt und bilden eine hohlzylindrische Spaltzone von

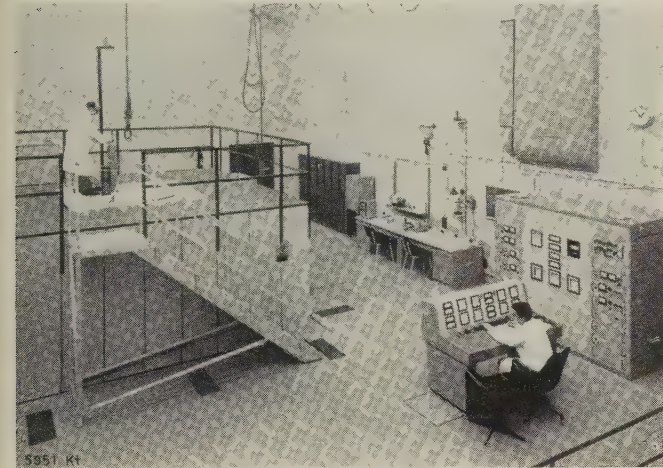


Bild 1. Reaktorhalle der Kernenergie-Versuchsanlage Großwelzheim bei Kahl am Main.

60 cm oder 90 cm Dmr. Wegen der Möglichkeit, die Durchmesser des inneren Graphitreflektors zu verändern, lassen sich größere Versuchseinrichtungen einsetzen; im Graphit wird ein gut thermalisiertes Neutronenspektrum erzielt. Die Leistung des Reaktors beträgt 10 W. Umpumpen und Kühlen des Wassers sind nicht erforderlich. Bei Nennleistung liefert der Reaktor einen größten thermischen Fluß von  $10^8 \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , der für physikalische Messungen ausreicht. Die Brennstoffelemente sind Platten aus zwanzigprozentig angereichertem Uranoxyd, das allseitig von Aluminium umhüllt ist. Zum Anfahren des Reaktors wird eine 200-m Curie Radium-Beryllium-Neutronenquelle verwendet.

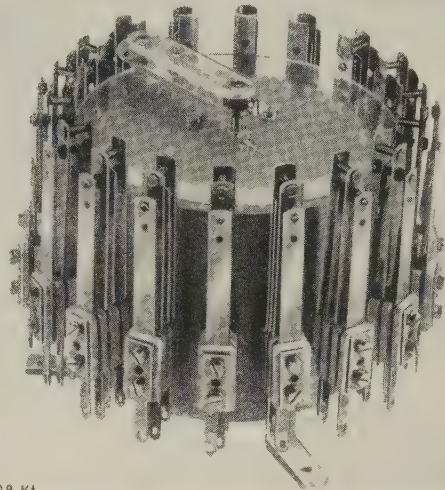
Die Meßwarte des Reaktors enthält alle notwendigen Überwachungs- und Steuereinheiten. Sie besteht aus dem im Bild rechts vorn erkennbaren Bedienungspult mit den Bedienungselementen und den während des Betriebes zu beobachtenden Meßgeräten und Leuchtmeldern sowie dem rechts davon angeordneten Meßschrank mit den elektronischen Einheiten, den Relaissteuerungen und den Registriergeräten.

Bu

### Schrittschalter

DK 621.316.542.2

Schrittschalter sind motorisch angetriebene Schaltwerke, die je nach Schaltung und Stellung des Motors und seiner Hilfskontakte einen oder mehrere Einzelschaltsschritte vorgehen. Ferner kann der Motor dauernd umlaufen und somit die einzelnen Schalter nacheinander so lange betätigen, wie er läuft. Während man dem Schrittschalter mit Einzelschrittschaltung für Regel- und Steuerzwecke, so z. B. für Verkehrssteueranlagen, verwenden kann, wird der stetig umlaufende Schrittschalter z. B. zum Umschalten eines Mehrfach-Punktschreibers auf die jeweiligen Meßstellen benutzt.



5908 Kt

Bild 2. Schrittschalter mit 20 Schritten und Lötösen.

Die besonderen Kennzeichen des in Bild 2 dargestellten Schrittschalters der Firma Franz Baumgartner, Köln-Niehl, sind, daß infolge des selbstanlaufenden Synchronmotors alle mechanischen Elemente wie Klinken, Sperräder usw. fortfallen, so daß der Verschleiß klein ist. Die Leistungsaufnahme ist geringer als bei Betätigung mit einem Magneten. Durch Phasenverschiebung des Motorstromes mit Hilfe eines Kondensators kann die Motordrehrichtung geändert werden. Durch Fortlassen oder Überbrücken der elektrischen Selbstunterbrechung kann der Schrittschalter fortlaufend schalten, also als kontinuierlich ablaufendes Kontaktlaufwerk arbeiten.

Die Anzahl der Kontakte beträgt entweder 10, 15, 20 oder 30. Als Normalbestückung ist entweder ein Arbeits- und ein Ruhe- oder ein Umschaltkontakt vorgesehen. Auf diese Kontakte kann noch zusätzlich ein Arbeitskontakt angebracht werden. Als Kontaktwerkstoff werden entweder Silber- oder Wolframkontakte mit 4 mm Dmr. oder Silber- oder Gold-Nickel-Doppelkontaktnieten von 2 mm Dmr. benutzt. Bei induktionsfreier Last beträgt bei 220 V Wechselspannung die Belastbarkeit der Silberkontakte 1,5 A und die der Wolframkontakte 3 A. Die Gold-Nickel-Kontakte werden dort benutzt, wo geringe Widerstände verlangt werden. Die Schaltgeschwindigkeit beträgt drei Schritte je Sekunde bei einer Lebensdauer von  $20 \cdot 10^6$  Schaltungen.

Als Sonderausführung ist der Schalter auf einer Grundplatte aufgebaut und hat Klemmenanschlüsse. Die Schalterhöhe ist 105 mm bei einem größten Durchmesser von 135 mm.

Rgs

### Millivolt-Miniaturschreiber

DK 621.317.72.087.61

Bei der laufenden Aufzeichnung von Meßwerten aller Art mit Linienschreibern mußte bisher wegen der benötigten Leistung ein Gleichstromverstärker zwischen Meßwertgeber und Meßgerät geschaltet werden. Bei dem von der Elektro Spezial GmbH, Hamburg, neu herausgebrachten Millivolt-Miniaturschreiber dagegen ist ein zusätzlicher Verstärker überflüssig.

Dieses Meßgerät (Bild 3) besteht aus einem automatisch sich abgleichenden Brückensystem, das die zu messende Spannung mit derjenigen eines Normalelementes vergleicht, einem volltransistorisierten Einschubverstärker mit Netzteil und einer neuartigen Kassette für das Registrierpapier.

Bei diesem Linienschreiber können die Meßbereich-Einheiten ausgetauscht werden. So kann man nach Bedarf Einsätze für Spannungsmessungen im Bereich von 2,5 mV aufwärts bis zu 250 mV oder Einsätze für Temperaturmessungen mit Thermoelementen verwenden. Der Fehler bei der Aufzeichnung beträgt höchstens  $\pm 5\%$  des Vollausschlages. Diese Fehlergrenze ändert sich nicht beim Auswechseln der Meßbereich-Einsätze. Die Skalenlänge und die Schreibbreite auf dem Papier betragen 100 mm.

Für die Brückenschaltung wird ein drahtgewickelter Rundpotentiometer mit einem Widerstand von  $(300 \pm 0,3) \Omega$  verwendet, das etwa 1000 Windungen auf einem Drehwinkel von  $311^\circ$  hat. Der zulässige Potentiometerstrom beträgt 1 mA, der mit einer Zenerdiode konstant gehalten wird. Das Netzteil ist so stabilisiert, daß bei einer Netzspannungsschwankung von  $\pm 10\%$  sich Strom- und



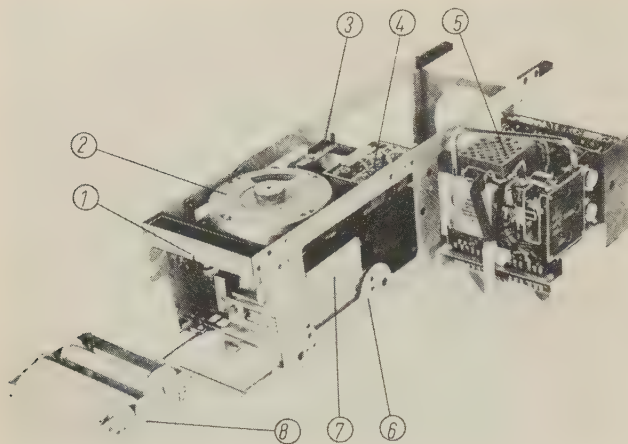


Bild 3. Das Innere eines Millivolt-Spannungsschreibers.  
 1 Einstellzeiger mit Tintenbehälter und Schreibkapillare  
 2 Ringpotentiometer  
 3 Hebel zum Einstellen des Papiervorschubes  
 4 Meßbereich-Einheit  
 5 transistorisierter Verstärker  
 6 Rahmen  
 7 Servomotor  
 8 Kassette mit Registrierpapier

Spannung im Verstärker um nur 0,1 % vom Nennwert ändern. Die Einstellzeit des Zeigers bis Vollausschlag beträgt weniger als 1 s, die Dämpfung selbst ist einstellbar. Der Geräte-Innenwiderstand beträgt 500  $\Omega$  bei nicht abgeglichenen Brücke.

Zum Registrieren wird ein 100 mm breiter, etwa 15 m langer Papierstreifen verwendet. Der Papiervorschub und die Vorrats- und Aufspulrollen sind in einer auswechselbaren Kassette untergebracht. Mit dem eingebauten Getriebe können drei verschiedene Geschwindigkeiten gewählt werden, so z. B. 10, 20 und 60 mm/h, zusätzlich auch noch 10, 20 und 60 mm/min.

Das Gehäuse ist ein tropfwasserdichter Stahlblechkasten mit der Frontabmessung 144 mm  $\times$  144 mm und 510 mm Einbautiefe bei 12 kg Gesamtgewicht. Die Leistungsaufnahme beträgt 17 VA bei 220 V 50 Hz.

Rgs

## Zeilenfreies Fernsehbild

DK 621.397.62 : 621.397.332.122.002.234

Bei geringem Betrachtungsabstand, wie er sich in kleineren Wohnräumen nicht immer vermeiden läßt, empfindet der Fernsehteilnehmer die Zeilenstruktur des Fernsehbildes gelegentlich unangenehm. Schon vor Jahren wurde eine Reihe von Vorschlägen gemacht, diesen störenden Effekt auf optischem und auf elektronen-optischem Wege zu beseitigen. Ein von der *Telefunken GmbH*, Berlin, jetzt auf den Markt gebrachtes und von der Herstellerfirma „TELE-klar“ genanntes Magnetsystem ist in einen Kunststoffträger eingebettet, der auf den Hals der Bildröhre gescho-

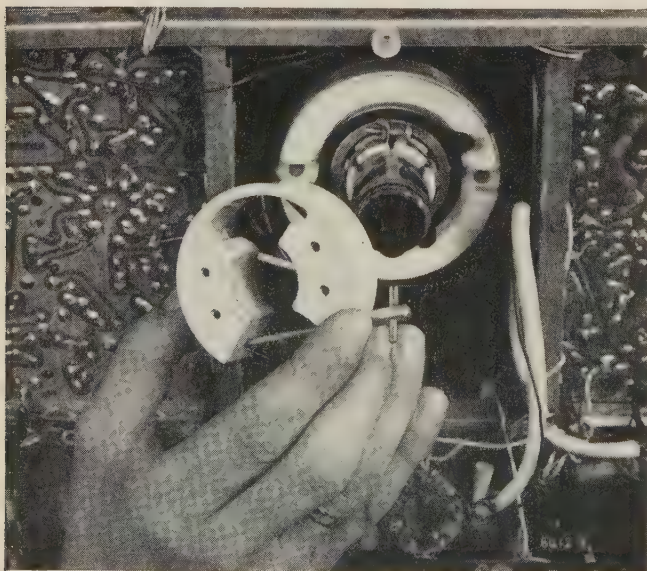


Bild 4. Aufsetzen des Magnetsystems „TELE-klar“ auf den Hals einer Fernseh-Bildröhre.

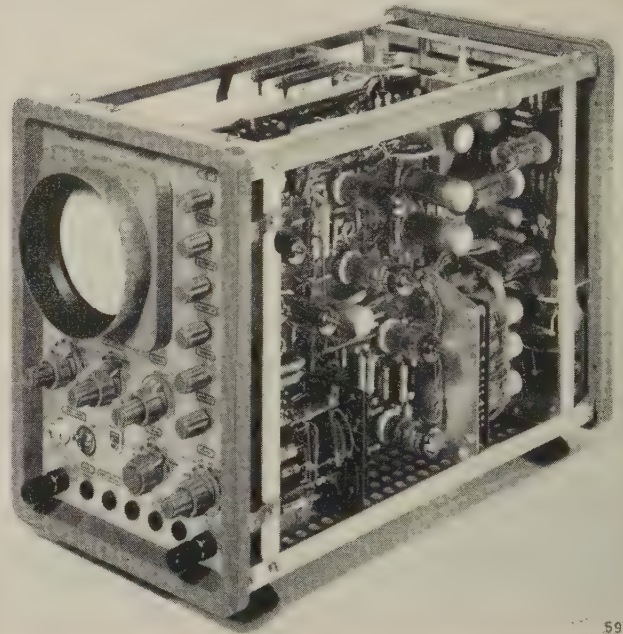
ben wird (Bild 4). Die Feldlinien der beiden kleinen Magnetsegmente verformen den runden Querschnitt des Kathodenstrahls zu einer senkrecht stehenden Ellipse, die etwa den gleichen Flächeninhalt wie der ursprünglich runde Punkt hat. Auf diese Weise werden die Zeilenzwischenräume derart ausgefüllt, daß die Zeilenstruktur auch aus einer Entfernung von weniger als 2 m nicht mehr störend ins Auge fällt.

Das Magnetsystem TELE-klar kann mit wenigen Handgriffen auch nachträglich auf den Hals jeder 110°-Bildröhre gesetzt und befestigt werden. Eine besondere Konstruktion der Bildröhre oder elektronische oder optische Zusatzeinrichtungen werden nicht benötigt.

## Hochfrequenz-Oszillograph

DK 621.317.755.029.5

Der Hochfrequenz-Oszillograph Typ GM 5601 der *Elektro Spezial GmbH*, Hamburg, eignet sich besonders für Messungen in der Hochfrequenz-, Fernseh- und Impulstechnik; er kann sowohl in Laboratorien als auch im Betrieb und in Reparaturwerkstätten für kommerzielle Rundfunkgeräte verwendet werden.



5905

Bild 5. Hochfrequenz-Oszillograph mit abgenommenen Wänden.

Der Oszillograph (Bild 5) ist aus einzelnen Bausteinen zusammengesetzt, so daß bei Reparaturarbeiten die fehlerhaften Bausteine in kürzester Zeit ausgetauscht werden können. Die Seitenwände und der Gehäusedeckel lassen sich leicht abnehmen. Die Bausteine haben gedruckte Schaltungen.

Der y-Verstärker ist gleichspannungsgekoppelt und hat Gegenakt-Verstärkerstufen. Im Eingang liegt ein Gleichspannungs-Wechselspannungs-Umschalter. Der Frequenzbereich reicht beim gleichspannungsgekoppelten Verstärker von Null bis 5 MHz und beim wechselspannungsgekoppelten Verstärker von 3 Hz bis 5 MHz mit einer Verstärkung von -3 dB. Die Auslenkung der Amplitude des y-Verstärkers beträgt 1 cm für 100 mV. Ein geeichter Abschwächer überstreicht mit 6 Stufen den Bereich 100 mV/cm bis 5 V/cm. Die Eingangsimpedanz beträgt 0,5 M $\Omega$  bzw. 35 pF und die höchste Eingangsspannung ist bei Gleichstrom 90 V und bei Wechselstrom 90 V Scheitelwert. Eine Verschiebung der Gleichspannung ist möglich.

Der x-Verstärker ist gleichspannungsgekoppelt. Mit einem kontinuierlichen Abschwächer und einem festen Spannungsteiler 10 : 1 ist der Ablenkfaktor einstellbar. Der Frequenzbereich reicht von Null bis 300 kHz. Die Empfindlichkeit ist bei einem Scheitelwert von 1 V etwa 1 cm Auslenkung. Die Eingangsimpedanz ist, je nach Eingangsklemme, 1 M $\Omega$  bzw. 5 pF und 0,1 M $\Omega$  bzw. 30 pF. Die Eingangsspannung ist maximal 350 V. In x-Richtung kann das Bild bis zum 5-fachen Betrag gedehnt werden.

Der Zeitmaßstab ist in 18 Stufen zwischen 0,5  $\mu$ s/cm und 200 ms/cm mit einem Fehler von 3 % einstellbar. Die Zeitablenkung kann wahlweise mit positiver oder negativer Spannung getriggert werden, wobei eine interne vom y-Verstärker oder vom Netz oder eine externe Triggerung möglich ist.

Rgs



## VERBANDSNACHRICHTEN

### VDE

#### Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21

Fernruf: 60 341; Fernschreiber (Telex): 04-12 871;

Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;

Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

#### Inkraftsetzung von VDE 0510/11.61 „Bestimmungen für Akkumulatoren und Akkumulatoren-Anlagen“

Gegen den in ETZ-B Bd. 12 (1960) S. 305 angekündigten Entwurf einer Neufassung von VDE 0510 sind Einsprüche eingegangen. Diese wurden von der VDE-Kommission „Akkumulatoren“ unter Vorsitz von Direktor Dipl.-Ing. M. Pöhler inzwischen ordnungsgemäß behandelt; der Entwurf wurde entsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im September 1961 genehmigt. Sie gilt ab 1. November 1961. Die bisherigen Vorschriften VDE 0510/4.52 werden am gleichen Tage ungültig.

Einzeldrucke der Neufassung können unter der Bezeichnung VDE 0510/11.61 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 4,60 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker  
Der Generalsekretär  
Lauster

#### Erteilung vorläufiger VDE-Zeichengenehmigungen


Gemäß dem in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 234 bekanntgegebenen Verfahren zur Erteilung vorläufiger Zeichengenehmigungen wird die VDE-Prüfstelle durch die VDE-Kommission „Installationsmaterial“ ermächtigt, vorläufige Zeichengenehmigungen zur Führung des VDE-Zeichens auf Grund des Entwurfes VDE 0616 m/...61 zu erteilen.

Der Entwurf VDE 0616 m/...61 ist in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 18, S. 513, veröffentlicht.

Der Kommissionsvorsitzende  
Lindner


VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

#### Berichtigung zu VDE 0712 Teil 2/4.61


In den obengenannten Vorschriften sind versehentlich die Prüfbestimmungen für Vorschaltgeräte, die zum Aufbau, jedoch nicht zum Einbau bestimmt sind, und die als unabhängiges Zubehör gemäß Teil 1 § 6 b) 7.1 das Zeichen  tragen müssen, aus VDE 0712 Teil 2/4.57 nicht mit übernommen worden.

Im einzelnen ist in VDE 0712 Teil 2/4.61 folgendes nachzutragen:  
Zu Teil 1 § 12 c) 2.

Nach „... deren Höhe oder Breite größer als 100 mm ist“ ist einzufügen:


mit Ausnahme solcher, die das Zeichen  tragen,

Zu Teil 1 § 12 c) 3.

3. Vorschaltgeräte, die das Zeichen  tragen, werden in der zugehörigen Abdeckung und in einer aus 3 mattschwarz gestrichenen Sperrholzplatten von 15 mm Stärke und mindestens 50 cm Länge und Höhe gebildeten Prüffacke geprüft. Die Sperrholzplatten sind so angeordnet, daß sie gewissermaßen zwei Seitenwände und die Decke eines Raumes bilden, bei dem der Boden und die übrigen 2 Seitenwände fehlen. Wände und Decke sollen allseits mindestens 25 cm über das Gehäuse des Vorschaltgerätes vorstehen. Die zu prüfenden Geräte werden an der Decke der Prüffacke und so dicht wie möglich an den Wänden angebracht.

Zu Teil 1 § 12 d) 2.

Nach dem 6. Absatz von d) 1. wird eingefügt:

2. Bei Vorschaltgeräten, die das Zeichen  tragen, darf die Übertemperatur der ungünstigsten Stelle der Oberfläche des Vorschaltgerätes gegenüber der Raumtemperatur 60 grd nicht überschreiten.

Danach folgen als 2. Absatz von d) 2. der bisherige letzte Absatz auf Seite 12:


Wenn auf den Vorschaltgeräten eine von 40 °C abweichende Raumtemperatur angegeben ist .....

sowie der anschließende kleingedruckte Absatz auf Seite 13:

Wenn z. B. auf dem Gerät ....


Zu Teil 1 § 12 e) 2.

Als 2. Absatz ist einzufügen:

Bei Vorschaltgeräten, die das Zeichen  tragen, darf die Übertemperatur der ungünstigsten Stelle der Oberfläche des Vorschaltgerätes gegenüber der Raumtemperatur 100 grd nicht überschreiten.

Zu Teil 1 § 17 b)

Als 2. Absatz ist einzufügen:

Vorschaltgeräte, die das Zeichen  tragen, werden während der Prüfung frei auf eine nicht metallische Platte gelegt.

Sonderdrucke dieser Berichtigung können kostenlos vom VDE-Verlag bezogen werden. Die Abonnenten des Ergänzungsabonnements haben sie bereits mit der September-Lieferung erhalten.

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V.

VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2

#### Einspruchsfristen zu Entwürfen von VDE-Bestimmungen

##### VDE 0210 a/...61 „Starkstrom-Freileitungen“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 20, S. 561,  
Einspruchsfrist bis 31. Oktober 1961.

##### VDE 0212/...61 „Isolatorenketten- und Leiter-Zubehörteile für Starkstrom-Freileitungen“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 20, S. 561,  
Einspruchsfrist bis 31. Oktober 1961.

##### VDE 0550 Teil 1 b/...61 „Kleintransformatoren“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 19, S. 535,  
Einspruchsfrist bis 31. Oktober 1961.

##### VDE 0720 Teile 1 a, 2 a, 3 a, 4 a (Entwürfe 2) „Elektrowärmegeräte für den Hausgebrauch“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 19, S. 535,  
Einspruchsfrist bis 31. Oktober 1961.

##### VDE 0730 Teile 1 b und 2 b (Entwürfe 2) „Geräte mit elektromotorischem Antrieb für den Hausgebrauch“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 19, S. 535,  
Einspruchsfrist bis 31. Oktober 1961.

##### VDE 0616 m/...61 „Lampenfassungen und -sockel bis 750 V“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 18, S. 513,  
Einspruchsfrist bis 1. November 1961.

### Mitteilungen der VDE-Bezirksvereine

#### 50 Jahre VDE-Bezirksverein Nordbayern

Der VDE-Bezirksverein Nordbayern, vormals Elektrotechnische Gesellschaft Nürnberg, bestand am 13. Januar 1961 genau 50 Jahre. Die Mitgliederzahl des Vereins hat sich in dieser Zeit von 64 auf über 1000 erhöht. Schon vor Jahren wurden Zweigstellen des Bezirksvereins in Amberg, Bayreuth, Erlangen, Regensburg und Würzburg gebildet, um auch dort regelmäßige Veranstaltungen durchführen zu können.

Das bevorstehende Jubiläums-Vortragsjahr wird am 20. Oktober mit einer musikalisch umrahmten, festlichen Sitzung im Lessing-Theater Nürnberg eröffnet, zu der zahlreiche namhafte Gäste aus Wirtschaft, Technik und Wissenschaft erwartet werden. Eine im VDE-Verlag erschienene 180 Seiten starke Festschrift mit 27 Fachveröffentlichungen aus dem Mitgliederkreis des Bezirksvereins stellt einen anschaulichen Querschnitt der vielgestaltigen Elektrotechnik Nordbayerns dar und soll darüber hinaus ein Beispiel sein für die ernsthafte Berufsarbeit und das technische Denken innerhalb des vor 50 Jahren gegründeten Bezirksvereins.

## VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

79. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955  
mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

### Neu erteilte Genehmigungen

#### Installationsmaterial



#### Sicherungszubehör

Elektro-Armatur Dr.-Ing. P. Perlick, Saabrücken

S-D-Schmelzeinsätze, E 27, 500 V, flink, nach DIN 49 360/Bl. 2, 16 — 20 — 25 A — Typ: S—Dz II.

S-D-Schmelzeinsätze, E 27, 500 V, träge, nach DIN 49 360/Bl. 2, 10 — 15 A — Typ: S—TDz II.

#### Fassungen für Glühlampen

Otto Vollmann, Gevelsberg

Fassungen 2 A 250 V, E 14, der bisher genehmigten Typen 8400 ..., jetzt auch mit Nippelgewinde M 8 × 1 und M 8 × 0,75 — Typ: 8430, 8430 E, 8400, 8400 E.

Fassungen 2 A 250 V, E 14, dreiteilige Schraubfassung mit Nippelgewinde M 10 × 1, M 8 × 1, M 8 × 0,75 und ohne Nippelgewinde, und wahlweise mit und ohne Sperre — Typ: 8480 I, 8490 I.



## Fassungen für Leuchtstofflampen

Vossloh-Werke GmbH, Lüdenscheld/Westf.

Leuchtstofflampen-Fassungen, 2 A 250 V, für U-förmige Leuchtstofflampen 16 W, der bisher genehmigten Type 500 S, jetzt auch aus Formstoff Typ 31, in geringfügig geänderter Form — Typ: 500 F.

## Installationsstecker

Kaul Hochköpper & Co, Lüdenscheld/Westf.

Dreifachsteckdosen 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, der bisher genehmigten Typen 6013 b, —w, jetzt auch in der Ausführung als Tischsteckdose — Typ: 6003 T w.

Hollandsche Draad- en Kabelfabriek, Amsterdam

Installationsstecker 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, der bisher genehmigten Typen 80 10 233, 80 10 217, 80 10 239, jetzt mit der geänderten Typenbezeichnung — Typ: 80 10 257, 80 10 158, 80 10 263.

## Installationssteckdosen

Gebr. Vedder GmbH, Schalksmühle/Westf.

Installationssteckdosen 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, für Auf- u. Unterputzverlegung, der bisher genehmigten Typen 15 SS ..., jetzt auch mit geändertem Aufbau — Typ: 10 SS 2 Ab, —Aw, 10 SS 2 Ub, —Uw.

## Installationsschalter

BAR-Elektrowerke GmbH, Schalksmühle (Westf.)

Installationsschalter, Tretschalter mit Druckknopf betätigung, der bisher genehmigten Typen 5062 ..., jetzt auch mit Abdeckhauben aus Formstoff Typ 131 in den Farben weiß, elfenbein, braun und rot — Typ: 5062—55, —56, —57, —58.

Dr. Deisting & Co, GmbH, Kierspe (Westf.)

Installationsschalter 10 A 250 V~, 15 A 250 V~, in Gehäuse Schutzart „B“ der bisher genehmigten Typen 5851/..., 5856/..., 5857/..., 5855/..., 5852/..., jetzt mit geänderter Deckelausführung — Typ: wie vor.

Alfred Kalthoff, Schalksmühle (Westf.)

Installationsschalter 15 A 250 V~, der bisher genehmigten Typen 605 ..., 705 ..., jetzt auch mit geänderter Schaltwippe — Typ: 705 Ab, —Aw, —Wib, —Wiw, —Uzb, —Uzw, 701 ..., 706 ...

Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen

Installationsschalter 10 A 250 V~, 15 A 250 V~, der bisher genehmigten Typen Wk 10/1, Wk 10/6, Wk 10/7, WSG 10/1, jetzt auch mit geänderter Ausführung des Sockels — Typ: wie vor.

Casp. Arn. Winkhaus, Carthausen (Westf.)

Installationsschalter 10 A 250 V~, in den Ausführungen als einpoliger Ausschalter, einpoliger Wechselschalter und zweipoliger Ausschalter der bisher genehmigten Typen 400/1 ..., 400/6 ..., 400/2 ..., jetzt auch in Gehäuse Schutzart „B“ für Aufputzverlegung — Typ: 400/1 Wb, —Ww, 400/6 Wb, —Ww, 400/2 Wb, —Ww.

## Schalter-Steckdosen-Kombination

Albrecht Jung, Schalksmühle (Westf.)

Schalter-Steckdosen-Kombinationen mit Schalter 6 A 250 V und Steckdose 10 A 250 V, in Gehäuse Schutzart „B“, aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 191 Wb/1/53 Wü, 191 Ww/1/53 Wü, 195 ..., 196 ..., 197 ...

Schalter-Steckdosen-Kombination wie vor, jedoch mit Schalter 10 A 250 V — Typ: 292 ..., 295 ..., 296 ..., 297 ...

Schalter-Steckdosen-Kombinationen mit Schalter 10 A 250 V~, und Steckdose 10 A 250 V, in Gehäuse Schutzart „B“, aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 791 WbKl, —WwKl, 796 ...

Schalter-Steckdosen-Kombinationen wie vor, jedoch mit Schalter 15 A 250 V — Typ: 15/791 ..., 15/796 ...

Gebr. Vedder GmbH, Schalksmühle (Westf.)

Schalter-Steckdosen-Kombinationen mit Schalter 15 A 250 V~ und Steckdose 10 A 250 V, 15 A 250 V~, der bisher genehmigten Typen 1040/..., jetzt auch mit einpoligem Wechselschalter, 15 A 250 V~ — Typ: 1060/...

## Geräteschalter (Einbauschalter)

Gebr. Berker, Schalksmühle (Westf.)

Geräteeinbauschalter 16 A 250 V~, 10 A 380 V~, 5-Takt-Schalter als Warmschalter — Typ: 16 H 30.

Diehl, Metallwerk, Nürnberg

Geräteeinbauschalter 10 A 250 V~, zweipolig, zur Verwendung für Zeitschaltuhren, der bisher genehmigten Typen 190 06, 190 03, jetzt auch mit geändertem Schaltorgan — Typ: wie vor.

Ernst Dreeß GmbH, Unterrodach (Ofr.)

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, Warmschalter, 7-Takt-Schalter, der bisher genehmigten Typengruppe 72 W, jetzt auch für die Schaltungen 101 und 137, der gleiche Schalter der Typengruppe 72 F, jetzt auch für die Schaltung 255 — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, Warmschalter, dreipoliger Ausschalter mit Druckknopf betätigung, mit Sockel aus Formstoff Typ 150 — Typ: 1-DK/08.

Franz Neumann, Ingolstadt (Donau)

Geräteeinbauschalter 4 A 250 V~, einpoliger Ausschalter mit Kipphebel betätigung — Typ: 190.

## Geräte



## Leuchten (ortsfest)

Nova-Lux-Gesellschaft, Köln-Braunsfeld

Kunstglasdeckenleuchten, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), in abgedeckter Ausführung, mit 2 Leuchtstofflampen 20 W — Typ: PF 222/61.

Heinrich Popp & Co, Röhrenhof, Post Goldmühl

Nurglasleuchten, E 14, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), der bisher genehmigten Typen 2900 bis 2903, jetzt auch für die Nennleistungen 2 × 40 W — Typ: 2904, 2905.

Siemens-Electrogeräte AG, Hausgerätekwerk Traunreut, Traunreut (Obb.)

Abgedichtete Kunststoffleuchten der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), in der Schutzart P 44, zur Bestückung mit einer bzw. zwei Leuchtstofflampen 40 W bzw. 65 W — Typ: FLQ 92 — 1/40, FLQ 93 — 1/40, FLQ 92 — 1/65, FLQ 93 — 1/65, FLQ 92 — 2/40, FLQ 92 — 2/65.

Feuchtraumkunststoffleuchten der Schutzklasse II (schutzisoliert), in Schutzart P 54, zur Bestückung mit einer bzw. zwei Leuchtstofflampen 40 W bzw. 65 W — Typ: FLQ 94 — 1/40, FLQ 94 — 1/65, FLQ 94 — 2/40, FLQ 94 — 2/65.

Innenleuchten der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), in abgedeckter Ausführung, als Decken- u. Eckleuchten, zur Bestückung mit einer bzw. zwei Leuchtstofflampen 40 W bzw. 65 W — Typ: ILQ 400 — 1/40, ILQ 400 — 1/65, ILQ 400 — 2/40, ILQ 400 — 2/65, ILQ 400 — 2/65, ILQ 400 — 2/65, ILQ 400 — 2/65, ILQ 400 — 2/65.

Deckenleuchten der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), in abgedeckter Ausführung — Typ: ILQ 21 — 1/40, ILQ 21 — 1/65, ILQ 21 — 2/40, ILQ 21 — 2/65.

Deckenleuchten mit Kunstglaswannen, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), in abgedeckter Ausführung zur Bestückung mit einer bzw. zwei Leuchtstofflampen 40 W bzw. 65 W — Typ: ILQ 472 — 1/40, ILQ 472 — 1/65, ILQ 472 — 2/40, ILQ 472 — 2/65, ILQ 572 — 2/40, ILQ 572 — 2/65, ILQ 473 — 2/40, ILQ 473 — 2/65, ILQ 474 — 2/40, ILQ 474 — 2/65.

## Bügeleisen

AEG, Fabrik für Elektroheizung, Nürnberg

Haushalts-Bügeleisen, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), der bisher genehmigten Typen 613 060 120, 613 060 130, jetzt auch mit geändertem Regler — Typ: 613 060 220.

Prometheus GmbH, Eschwege

Haushaltsbügeleisen, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), der bisher genehmigten Typen EBL 22, EBL 24, jetzt mit geändertem Griff — Typ: AP.

## Elektroherde und ähnliche Geräte

F. Küppersbusch & Söhne AG, Gelsenkirchen

Elektrovollherde, 220 V~, 8350 W, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), für festen Anschluß — Typ: 41.429/4 „Juwel“.

## Raumheizgeräte

Eltra KG, Leicht & Trambauer, Pfungstadt/Hessen

Wandstrahler, 220 V bzw. 110 V, 1,2 kW, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), tropfwassergeschützt — Typ: Ws 12/22, —/11.

## Temperaturregler und dergleichen

Eberle & Co, Elektro-GmbH, Nürnberg

Analegetemperaturregler, 6 A 250 V~, 10 A 250 V~, zum Einbau, für verschiedene Schalttemperaturen — Typenreihe: 730 ...

## Schmiegsame Elektrowärmegegeräte

AEG, Fabrik für Elektroheizung, Nürnberg

Heizkissen 60 W, der bisher genehmigten Type 613 301 000, jetzt auch mit verschiedenen abnehmbaren Bezügen — Typ: 613 301 110, 613 311 000.

## Kühlschränke (Kompressorbetrieb)

AEG, Kühlschrankfabrik, Kassel-Bettenhausen

Gefriertruhen, 220 V~, 110 W, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß) — Typ: AEG 11 E.

G. Bauknecht, Stuttgart

Gaushaltskühlschränke, 220 V~, 120 W, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), der bisher genehmigten Typen T 125, T 140, jetzt in geänderter äußerer Form — Typ: TN 125, TN 140.

## Küchenmaschinen mit motorischem Antrieb

Rowenta, Metallwarenfabrik GmbH, Offenbach/Main

Handrührgeräte 220 V~, 100 W, Schutzklasse II (schutzisoliert), abgedeckte Ausführung — Typ: E 5420.

## Kleintransformatoren

Eichhoff-Werke GmbH, Schlitz/Hessen

Klingeltransformatoren, 220 V~ — Typ: 3540.

Heinrich Kopp, Kahl/Main

Klingeltransformator, 220 V~ — Typ: 10 874.

Radium, Elektrizitäts-GmbH, Wipperfürth/Rhld.

Schutztransformatoren für Weihnachtsketten, 220 V~/6 V, 3 A, Schutzklasse II (schutzisoliert) — Typ: 1531 DK.



## Leitungen und Zubehör

## Isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen

(VDE-Kennfaden schwarz-rot)

Betefa, Berliner Telefonschnurfabrik, Berlin-Neukölln

Schlauchleitungen für Fernmeldeanlagen — Typ: L—YY.

## Installationsrohre

Draka-Plast GmbH, Berlin

Installationsrohre, Kunststoffrohre mit besonderen elektrischen Eigenschaften für schwere Beanspruchung ohne Auskleidung, in den Abmessungen 17 mm Außendurchmesser, 14,6 mm Innendurchmesser — Typ: Beroplast-Spezial-Steckrohr.



## Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung

## Installationsmaterial



## Installationsstecker

Kabelwerke Friedrich C. Ehlers, Hamburg

Installationsstecker, 10 A 250 V, 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, mit festangeformter Zuleitung NYLHY (PR)  $3 \times 0,75$  qmm bzw. NYMHY (PR)  $3 \times 1,5$  qmm — Typ: 111.

Kabelwerke Reinshagen GmbH, Wuppertal-Ronsdorf

Installationsstecker, 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441 mit festangeformter Anschlußleitung NYLHY (PR)  $3 \times 0,75$  qmm, NYMHY (PR)  $3 \times 1$  qmm, NYMHY (PR)  $3 \times 1,5$  qmm — Typ: Y 706.

## Funk-Entstörung



## Haushaltsgeräte

Prometheus GmbH, Eschwege

Haushaltsbügeleisen, Funkstörgrad N 59 — Typ: AP.

Rowenta Metallwarenfabrik GmbH, Offenbach/Main

Handrührgerät, Funkstörgrad N 59 — Typ: E 5420.

## Funk-Entstörmittel

Hollaendische Draht- u. Kabelwerke AG, Amsterdam

Widerstandszündleitung — Typ: Antistörungsboogiekabel.

Kromberg &amp; Schubert, Wuppertal-Langerfeld

Widerstandszündleitung — Typ: WZL F 15.

## Gestrichene Genehmigungen

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichengenehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf abgeänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

## Geräte

## Kondensatoren

Ernst Roederstein, Spezialfabrik für Kondensatoren GmbH, Landshut/Bayern

Berührungsschutz-Kondensatoren in Hartpapierrohr mit Vergußmasse-Abschluß — Typen: St 0316, St 0161, Kr 225/2 bis Kr 450/2, sowie Sondertypen verschiedener Varianten ... sind gestrichen.

Berührungsschutz-Kondensatoren in Leichtmetallbecher mit Kunststoffabschluß — Typen: St 0521, St 0671, Fd 410/2, Fd 412/2, Fb 350/2, Fb 370/2, Fb 410/2, Tf 150/2 bis Tf 250/2 ... sind gestrichen.

Berührungsschutz-Kondensatoren mit Umhüllung aus thermoplastischem Kunststoff — Typen: Fg 225/2 bis Fg 410/2 ... sind gestrichen.

Berührungsschutz-Kondensatoren in Metallzylinder — Typen: FZ 450/2, FZ 520/2 ... sind gestrichen.

Entstör-Kondensatoren, in zylindrischer Form als Wickelkondensator mit Gießharzabschluß — Typ: EROID, F 1019, F 1085, F 1074 ... sind gestrichen.

## Leitungen und Zubehör

## Installationsrohre

Ruhrwerk GmbH, Wickede-Ruhr

Installationsrohre für Aufputzverlegung mit Mantel aus verbleitem Stahlblech und Mantel aus lackiertem Stahlblech ... sind gestrichen.

## VERANSTALTUNGSKALENDER

Aachen: VDE-Bezirk Aachen, Lagerhausstr. 23—27.

26. 10. 1961, 18.15, Technische Hochschule, Rogowski-Institut, großer Hörsaal: „Fehlerstrom-Schutzschaltungen“, Dr. G. Clewerty, Erlangen.

Berlin: EV Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstr. 33.

26. 10. 1961, 18.15, Technische Universität, Hörsaal 3010, Hauptgebäude: „Einsatz der Siemens-Datenverarbeitungsanlage 2002 zur Fertigungsdisposition“, Dipl.-Ing. M. Wolters, München.

Bielefeld: VDE-Bezirk Westfalen-Ost, Bielefeld, Kavalleriestr. 26.

19. 10. 1961, 18.00, Haus der Technik, Vortragssaal, Jahnplatz 5: „Das Schaltproblem in Hoch- und Niederspannungs-Kondensatoranlagen und seine Lösung“, Dr.-Ing. H. Flöth, Ratingen.

Bonn: VDE-Bezirk Köln, Zweigstelle Bonn, Immenburgstr. 7—11.

24. 10. 1961, 19.00, Fernmeldeamt, Unterrichtssaal, Reuterstr. 65: „Maximale Lichtbogenentwicklung und Stromnulldurchgänge bei Niederspannungsschaltgeräten — mit der Zeitdehnerkamera gesehen“, Dr. O. Loh, Neuß.

Hamburg: VDE-Bezirk Hamburg, Gerhart-Hauptmann-Platz 48.

19. 10. 1961, 17.30, Museum für Völkerkunde, großer Vortragssaal, Rothenbaumchaussee 64: „Entwicklungstendenzen in der Meßtechnik“, Obering. L. Brandenburger, Karlsruhe.

9. 11. 1961, 17.30, Museum für Völkerkunde, großer Vortragssaal, Rothenbaumchaussee 64: „Hochenergiephysik“, Prof. Dr. Stähelein, Hamburg.

Hannover: ETG Hannover, Bischofsholer Damm 70.

24. 10. 1961, 18.15, Technische Hochschule, Hörsaal 42: „Der Hochspannungs-Schaltanlagenbau und die neuen Errichtungsvorschriften VDE 0101“, Dir. Dipl.-Ing. B. Fleck, Frankfurt a. M.

Kassel: VDE-Bezirksverein Kassel, Scheidemannplatz 1.

19. 10. 1961, 18.00, Hessisches Landesmuseum, Hörsaal: „Statistische Auswertung von Störungen in Industrieanlagen zur Erhöhung der Betriebssicherheit“, Dipl.-Ing. K. H. Lopitzsch, Mannheim.

Kiel: VDE-Bezirk Schleswig-Holstein, Kiel, Gartenstr. 6.

31. 10. 1961, 17.30, Schleswig-Holsteinische Landesbrandkasse, großer Saal, Gartenstr. 4: „Der heutige Stand der Transistortechnik“, Dr. Ritter, München.

7. 11. 1961, 17.30, Schleswig-Holsteinische Landesbrandkasse, großer Saal, Gartenstr. 4: „Aufbau und Anwendung ruhender Schaltelemente in der Steuerungstechnik“, Ing. Hribar.

Köln: VDE-Bezirk Köln, Köln-Riehl, Amsterdamer Str. 192.

27. 10. 1961, 18.00, Staatliche Ingenieurschule, Ubierring 48: „Kurzwellenantennen und ihre elektrische Berechnung“, Dipl.-Ing. F. Behne, Mannheim.

Lüdenscheid: VDE-Bezirk Bergisch Land, Zweigstelle Lüdenscheid, Parkstr. 96.

7. 11. 1961, 20.00, Gaststätte Erholung, Sauerfelder Str. 17: „Einrichtung und Anlagen in der Galvanotechnik“, Ing. Opree, Solingen.

Münster: ETV des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirks Essen, Zweigstelle Münster, Herwarthstr. 6—8.

19. 10. 1961, 19.30, Ingenieurschule für Bauwesen, Physiksaal, Lotharingerstr.: „Kontaktlose Steuerungen für die Industrie“, Dipl.-Ing. F. Fröhr, Erlangen.

Nürnberg: VDE-Bezirksverein Nordbayern, Nürnberg, Keßlerstr. 40.

20. 10. 1961, 19.30, Lessing-Theater, Nürnberg: Festsitzung „50 Jahre VDE-Bezirksverein Nordbayern“ mit Vortrag „Das Elektron in der heutigen Physik und Technik“, Prof. Dr. rer. nat. R. Fleischmann, Erlangen.

Siegen: VDE-Bezirk Bergisch Land, Zweigstelle Siegen, Hubertusweg 29.

8. 11. 1961, 18.00, Staatliche Ingenieurschule für Maschinenwesen, Fischbacherstr. 2: „Filmvortrag über die Reise 1960 durch Senegal, Mali, Guinea usw.“, Dipl.-Ing. Handel, Essen.

Solingen: VDE-Bezirk Bergisch Land, Zweigstelle Solingen, Donaust. 51.

31. 10. 1961, 19.30, CVJM-Heim, Am Birkenweiher 42: „Fehlerortungsbestimmung an Kabeln“, Dipl.-Ing. H. W. Confortius.

Wuppertal: VDE-Bezirk Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld, Postfach 643.

7. 11. 1961, 18.00, Vorwerk & Co, Vortragsraum, Wuppertal-Barmen, Mühlenweg 48: „Technische und wirtschaftliche Fragen der elektrischen Energieübertragung“, Dipl.-Ing. H. Engelhardt, Frankfurt a. M.

Berlin: Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Berlin, Berlin-Charlottenburg 1, Ernst-Reuter-Platz 8.

18. 10. 1961, 18.00, Technische Universität, Hörsaal H 1012: „Flugoperationelle Bewertung von Anflug- und Landebahnbefuerung“, Dr. B. J. de Boer, Eindhoven/Niederlande.

Essen: Haus der Technik, Essen, Hollestr. 1.

27. 10. 1961, 9.15—17.00, Haus der Technik, Hörsaal A: Tagung „Betriebswirtschaftliche Probleme beim Kernreaktorbau und -betrieb“.

30. 10. 1961, 17.00, Haus der Technik, Hörsaal B: „Aufbau und Einsatz von Meßwertverarbeitungs-Anlagen“, Dipl.-Ing. H. Schneider, Karlsruhe.

30. 10. 1961, 17.00—18.30, Haus der Technik, Hörsaal C: „Induktive und kapazitive Meßeinrichtungen“, Dr.-Ing. H. F. Grave, Heiligenhaus.

Wuppertal: Technische Akademie Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld, Hubertusallee 18.

16. 10. bis 18. 10. 1961, 9.00—17.00, Technische Akademie, Hubertusallee 18: „Die Gasturbine in der Energieversorgung“, Dipl.-Ing. H. Reimer, Hannover.

## PERSÖNLICHES

B. Fleck. — Obergeringenieur Botho Fleck, Direktor bei der Continental-Elektroindustrie AG, Voigt & Haefner, Frankfurt a. M., erhielt von der TH Hannover einen Lehrauftrag für das Fachgebiet „Theoretische Grundlagen und Anwendungen des Hochspannungs-Schaltanlagenbaues“.

fi



**H. J. Lindner.** — Dr.-Ing. *Hans Joachim Lindner* (Bamberg), stellvertretender Vorsitzender des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, wurde am 25. August 1961 mit dem Verdienstkreuz I. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet, damit ist seine der Allgemeinheit dienende Tätigkeit auf dem Gebiet der Elektrotechnik gewürdigt worden. *fi*

**A. Obermoser.** — Am 29. Juli 1961 beging Fabrikant *Albert Obermoser* seinen 70. Geburtstag.

Nach Abgang von der höheren Schule ging er nach den USA, wo er sich in verschiedensten Betrieben ein vielseitiges Wissen und Können erwarb. Schon hier führte ihn sein Weg zu den beiden Gebieten, die später seine ganze Arbeit bestimmen sollten, zum Elektromotor und zum Getriebebau. Nach seiner Rückkehr übernahm er den väterlichen Handwerksbetrieb. Bereits 1912 gründete er eine eigene Firma, die heutige Motorenfabrik Obermoser.

Seine schöpferische Begabung, verbunden mit seiner handwerklichen Geschicklichkeit, sein Fleiß und seine Ausdauer, verhalfen ihm aus kleinen Anfängen, ein Werk aufzubauen, das bald in allen Fachkreisen anerkannt wurde.

Frühzeitig erkannte er die Bedeutung eines Antriebselementes mit niedriger Drehzahl, und er wurde so zu einem Pionier des Baues von Getriebemotoren. Unbeirrt trotz mancher Rückschläge verfolgte er sein Ziel, den Betrieb fortschrittlich, krisenfest und sozial weiter auszubauen. Zahlreiche Erfindungen auf allen Gebieten der Antriebstechnik und des Klein-Werkzeugmaschinenbaues brachten ihm den Ruf eines hervorragenden Fachmannes ein. Bis zum heutigen Tage steht er inmitten seiner 500 Mitarbeiter in den beiden Werken Bruchsal und Miesbach und bestimmt mit viel Umsicht und größtem menschlichen Verständnis den Weg und weiteren Aufbau seines Unternehmens.

**Schroers, H.** — Am 21. Juli 1961 beging Obering. *Hans Schroers*, Inhaber des gleichnamigen Ingenieurbüros in Hannover, seinen 75. Geburtstag. Geboren in Krefeld verscrieb er sich schon im Jahre 1900 der aufblühenden Elektrotechnik. Nach praktischer Tätigkeit bei Siemens, Hamburg, und der Hapag absolvierte er die Rheinische Ingenieurschule in Bingen und trat dann in die Dienste der Nassauischen Elektrizitäts GmbH, wo er vollständige Anlagen für Elektrizitätswerke projektierte und baute. Vor größere Aufgaben stellten den jungen Ingenieur später die AEG, das Sachsenwerk und, anfänglich als Bauleiter, die Pöge-Elektrizitäts-AG. Nach Teilnahme am ersten Weltkrieg als Ingenieur des Scheinwerferzuges einer Infanterie-Division im Westen übertrug ihm die Firma Pöge die Leitung ihres in Hannover neu errichteten Verkaufsbüros und ernannte ihn gleichzeitig zum Oberingenieur. Der Drang zur Selbständigkeit führte 1923 zur Schaffung eines eigenen Ingenieurbüros, das sich im Kreise der Niedersächsischen Wirtschaft großen Ansehens erfreut und das der Gründer als erfahrener Fachmann auch heute noch leitet.

Die 1920 in Hannover tagende Hauptversammlung des VDE sah *H. Schroers* als junges VDE-Mitglied, sieben Jahre später wurde er ehrenamtlicher Schriftführer der Elektrotechnischen Gesellschaft Hannover e. V. im VDE; bis zum heutigen Tage widmet er sich dieser Aufgabe. Seiner Initiative ist es zu danken, daß sich der VDE und die ETG Hannover nach dem zweiten Weltkrieg bereits in den Jahren 1946/1947 wieder zusammengeschlossen haben. An ihrem Wiederaufbau hat er erfolgreich mitgearbeitet. Bei der Organisation und Durchführung der VDE-Jahresversammlung 1951 in Hannover hat er Hervorragendes geleistet. Seine großen Verdienste finden Dank und Anerkennung in der Ehrenmitgliedschaft der ETG, die ihm 1954 verliehen wurde. *H. Schroers* ist Inhaber der silbernen und goldenen VDE-Ehrennadel und Delegierter der ETG Hannover bei der Delegiertenversammlung des VDE.

Seine stets aufopfernde und uneigennützte Mitwirkung in dieser elektrotechnischen Gemeinschaftsarbeit, sein lebendiges Interesse und sein Idealismus sollten für die jüngere Generation

beispielhaft sein. Ihm, dem stets einsatzbereiten Hüter der Ziele des VDE, sei auch weiterhin Gesundheit beschieden als das echte Fundament für stete Zufriedenheit im beruflichen Alltag, den er als immer aktiver Mann nicht missen kann, und für das Glückseligsein auch im trauten Kreis. Die ihm immer am Herzen liegende ETG Hannover ist ihrem Ehrenmitglied in tiefer Dankbarkeit verbunden. *R*

## BÜCHER

DK 621.3(075.4)

**Starkstromtechnik für die Praxis.** Von *F. Rudolf*. 3. Aufl. Mit 408 S., 348 B., 12 Taf., Format 12 cm × 19 cm. R. Oldenbourg, München 1961. Preis Ganzln. 28,— DM.

Das leicht verständliche Buch will den Berufsschulkreisen, Besuchern der Technikerschulen und Teilnehmern an Meisterkursen die Grundlagen und das Wesen der Elektrotechnik nahebringen und gibt den jungen Elektrotechnikern den Einblick in das umfangreiche Gebiet der Starkstromtechnik.

Nach der Behandlung der allgemeinen Grundlagen der Gleichstromtechnik wird auf das magnetische Feld eingegangen, während die Grundgesetze des elektrischen Feldes, die für das Verständnis der Vorgänge der Hochspannungstechnik wichtig sind, nur sehr kurz betrachtet worden sind. Außer dem Plattenkondensator sollten auch der Kugel- und Zylinderkondensator hinsichtlich des Verlaufes der Feldlinien und Potentialflächen beschrieben werden. Ferner wäre auf die elektrischen Entladungen einzugehen, damit die Vorgänge bei der Gasentladung und im Gleichrichter verständlich werden.

Die Gleichstrom-, Drehstrom- und Synchronmaschinen sind sehr eingehend erläutert, was für ihre Verwendung als Arbeitsmaschinen und Stromerzeuger wichtig ist und was durch Schalt-Ergänzungsaufgaben im Anhang vertieft werden kann.

Es ist zu begrüßen, daß die neuen elektrotechnischen Formelgrößen angewendet werden und im Anhang aufgeführt sind, der statt der allgemein gehaltenen Bildtafeln noch durch einige weitere wertvolle Beiträge zur Schaltungskunde bereichert werden könnte.

*E. Müller*

DK 621.31 : 382.6(083.4)

**Wirtschaft und Elektroversorgung in der Welt 1960/61.** Exporthandbuch. Von *G. Lucae*. Mit 164 S., Format 14,7 cm × 21 cm. Vogel-Verlag, Würzburg 1960. Preis brosch. 9,80 DM.

Vor einigen Jahren hatte *G. Lucae* bereits ein Exporthandbuch unter dem gleichen Titel herausgegeben, das aber bei weitem nicht so umfangreich war. Durch den Anklang, den die damalige Arbeit gefunden hatte, ist jetzt dieses neue Buch entstanden, das dem letzten Stand der Entwicklung in der Welt Rechnung trägt. Für fast alle Länder der Welt wurden die wichtigsten Wirtschaftsdaten sowie die Hinweise auf die Elektrizitätswirtschaft, den Außenhandel, das Volkseinkommen und verschiedene Wirtschaftsindizes zusammengestellt. Erwähnenswert ist vor allen Dingen, daß auch weitgehende Angaben für die jungen Staaten gemacht worden sind, so daß auch der Exporteur, der mit den Entwicklungsländern zusammenarbeiten will, hier die notwendigen Unterlagen finden kann.

Der Verfasser hat versucht, die ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen möglichst übersichtlich zu gliedern, was bei der Vielfalt nicht einfach ist. Um jedoch für den Leser eine schnellere Übersicht sicherzustellen, wäre vorzuschlagen, bei der nächsten Ausgabe ein einheitliches Schema anzuwenden und lieber bei den Ländern, über die wenig Unterlagen vorhanden sind, Lücken zu lassen, als gerade bei wichtigen Ländern eine unübersichtliche Darstellung in Kauf zu nehmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß diese Schrift für den am Export Beteiligten eine außerordentliche Hilfe ist, und ihm eine Übersicht über die für den Export elektrotechnischer Erzeugnisse wichtigen Angaben über die Stromversorgung, die Spannungen und die Periodenzahl in den verschiedensten Ländern gibt. Beim Satz wurde darauf geachtet, daß die Daten durch eigene Quellen ergänzt werden können.

*K. Schröder*

DK 621.165-57(024)

**Der Anwärmvorgang in Dampfturbinen.** Mit 96 S., 56 B., Format 15 cm × 21 cm. Hrsg. Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e.V. — VDEW. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH., Frankfurt a. M. 1961. Preis kart. 10,80 DM.

Das Anfahren von Dampfturbinen und das damit verbundene Anwärmen von Läufers und Gehäuse wird meist langsam und nach einem bestimmten Zeitplan vorgenommen. Dieser Anwärmvorgang erfordert eine um so größere Sorgfalt, je höher Frischdampfdruck und -temperatur gewählt wurden. Um nun die Benutzer von Dampfturbinen in dieser Hinsicht aufzuklären, wurde vom Arbeitskreis „Turbine“ im Sonderausschuß „Dampfturbinen“ der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) das vorliegende Buch herausgegeben, wobei das Thema in Form einzelner Aufsätze behandelt wird.



Zuerst erklärt K. Baumann die Wärmespannungen in dickwandigen Hohlzylindern. Dann befaßt sich R. Ehrlich mit der Temperaturverteilung in Turbinengehäusen. Der von H. Haas, G. Pahl und W. Traßl verfaßte Hauptteil des Buches betrifft die für den Praktiker wichtigen Angaben und Hinweise über das Anwärmen, Anfahren und die Laständerung von Dampfturbinen. Hierbei werden nun alle Einzelheiten behandelt, die für den Betrieb von Bedeutung sein können, so z. B. die axialen und radialen Spielveränderungen während des Anfahrs und des Belastens, der Warmstart, der Kaltstart ohne und mit Flanschheizung, die besonderen Anfahrigenschaften der verschiedenen Dampfturbinentypen, die Folge von Last- und Temperatursprüngen während des Betriebes, der Schleppbetrieb, die Temperaturüberwachung usw.

Der Text ist sehr leicht verständlich. Er enthält eine große Zahl von Diagrammen, in denen z. B. Temperaturverteilungen in verschiedenen Bauteilen, Temperaturen und Wärmespannungen in Abhängigkeit der Zeit, zulässige Laständerungen usw. übersichtlich dargestellt sind. Ein Schrifttumsverzeichnis gibt für ein weiteres Studium Hinweise.

H. Petermann

DK 621.083.3)

**Technische Formeln.** Von einem Autorenkollektiv. Mit 374 S., 305 B., 32 Taf., Format 10,3 cm × 14,5 cm. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1960. Preis Kunststoffs 7,80 DM.

Das unter Federführung von Ingenieur C. P. Berger, Dozent an der Ingenieurschule für Schwermaschinenbau und Elektrotechnik, Berlin-Lichtenberg, stehende Autorenkollektiv umfaßt sieben Fachleute, die als Dozenten den Ingenieurschulen Dresden, Mittweida, Berlin-Lichtenberg, Meißen und Chemnitz angehören. Diese Zusammensetzung deutet bereits darauf hin, daß es sich um ein Buch handelt, das hauptsächlich für die Praxis und natürlich auch für das Studium im technischen Beruf gedacht ist. Es umfaßt die Gebiete Mathematik (46 Seiten), Physik (38 Seiten), Mechanik (61 Seiten), Wärmelehre (30 Seiten), Elektrotechnik (41 Seiten), Maschinenteile (45 Seiten), Kraft- und Arbeitsmaschinen (64 Seiten), Werkzeugmaschinen (30 Seiten) und ein Sachwortverzeichnis (11 Seiten). Dieser Überblick zeigt, daß auf den insgesamt 374 Seiten mit 305 Bildern ein sehr vollständiger Überblick über die genannten Gebiete gegeben wird. Ableitungen und Begründungen werden natürlich nicht gebracht.

In dem hier besonders interessierenden Gebiet der Elektrotechnik sind folgende Kapitel zu erwähnen: Allgemeine Gleichstromtechnik, Gleichstrommessungen, Magnetisches Feld, Elektrisches Feld, Wechselstromtechnik, Leistungen, Leistungsmessungen bei Wechselstrom-Drehstrom, Leitungen, Motoren, Transformator, Schaltkombinationen. Ein Unterschied zwischen Energie- und Nachrichtentechnik wird nicht gemacht.

Der Verlag hat sich sehr um eine korrekte Darstellung nach den neuen Normen des AEF, unter Benutzung des MKSA-Systems, bemüht. Erschwert wird allerdings die Benutzung dadurch, daß keine Größengleichungen, sondern nur Zahlenwertgleichungen benutzt werden, auch an solchen Stellen, an denen es gar nicht notwendig ist. So steht hinter jeder Gleichung in eckigen Klammern eine Einheit, wobei sehr zum Vorteil auch die üblichen Einheiten cm, mm, kp benutzt werden. Ein Nachteil der Verwendung der Zahlenwertgleichungen ist, daß z. B. für den spezifischen Widerstand zwei verschiedene Formeln angegeben werden.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{Q} \quad \text{und} \quad R = \frac{\rho' \cdot s}{A},$$

wobei  $l$  die Leiterlänge bei Verwendung der Einheit Meter,  $s$  die Länge bei Verwendung der Einheit cm ist. Entsprechend ist  $Q$  der Leiterquerschnitt bei Verwendung der Einheit mm<sup>2</sup>,  $A$  der Leiterquerschnitt bei Verwendung der Einheit cm<sup>2</sup>. Es gibt also zwei spezifische Widerstände  $\rho$  und  $\rho'$ , für die die Beziehung  $\rho = 10^4 \rho'$  angegeben ist, wobei für  $\rho$  die Einheit  $\Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$  und für  $\rho'$  die Einheit  $\Omega \text{ cm}$  verwendet werden muß.

Für denjenigen, der sich durch diese Schwierigkeiten nicht stören läßt und genügend Aufmerksamkeit aufwendet, ist das Buch unbedingt ein sehr gutes und bequemes Nachschlagewerk. Druck und Ausstattung des Buches sind ausgezeichnet. A. Sacklowski

DK 621.382.3(075.4)

**Kleine Transistorlehre.** Von D. J. W. Sjobbema. Bearbeitet von W. Westendorf. Mit 115 S., 110 B., Format 14,8 cm × 21,5 cm. Populäre Reihe Philips Technische Bibliothek. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holland) 1961. Preis kart. 9,— DM.

Das Buch wendet sich an Techniker, Studierende und Bastler, die sich mit dem Transistor, seinen spezifischen Eigenschaften, und dem heutigen Stand der Schaltungstechnik vertraut machen wollen. Dabei wird von der praktischen Seite an die Themen herangegangen, so daß der Leser z. B. Montagetips, aber keine wissenschaftlichen Abhandlungen findet.

Nach einer kurzen Einführung versucht der Verfasser im zweiten Kapitel (physikalische Grundlagen) die wesentlichen Vorgänge beim Leitungsmechanismus, im p-n-Übergang und in der p-n-p-Struktur verständlich zu machen, wobei er, der Tendenz des Buches folgend, weitgehend mathematische Formeln vermeidet. Im dritten Kapitel (Eigenschaften des Transistors) findet man dann nach einer Erläuterung des Ein- und Ausgangs-Kennlinienfeldes, kurz die Begriffe „Eingangswiderstand“, „Ausgangswiderstand“, „Stromverstärkung“, „Leistungsverstärkung“ und „Spannungsverstärkung“ erläutert, sowie ein paar Bemerkungen über die Frequenzabhängig-

keit der Stromverstärkung, wo das angegebene Diagramm über die Abhängigkeit der  $\alpha_b$ - bzw.  $\alpha_e$ -Grenzfrequenz vom Generatorwiderstand wohl nicht ganz den Tatsachen entsprechen dürfte. Ein kurzes Kapitel über Temperatureinflüsse behandelt danach die Temperaturabhängigkeit des Kollektorsperrstromes und der Basissteuerspannung. Außerdem werden die Begriffe „Verlustleistung“, „Sperrschichttemperatur“, „innerer Wärmewiderstand“, erläutert, sowie einige Zahlenbeispiele hierzu gebracht. Recht nützlich ist eine kleine Tafel über Wärmeaustauschwiderstände von Aluminiumkühlblechen verschiedenster Größen. Im Kapitel 5 (Schaltungstechnik) findet man dann einige Bemessungsregeln für die Stabilisierung des Arbeitspunktes, für die Entwicklung von Kleinsignal-Verstärkerstufen, sowie NF-Endstufen im A- und B-Betrieb, daneben ferner Hinweise über die Wirkungsweise von ZF-Stufen, Mischschaltungen, Demodulatoren, Klang- und Lautstärkereglern und einiges mehr. Nach drei Seiten praktischer Winke für Montage und Reparatur bringt der Verfasser zum Schluß eine Reihe von Schaltungsbeispielen: Signalverfolger, Telefonverstärker, Hörgerät, verschiedene Verstärker bis zu 10 W Ausgangsleistung je ein Taschen- und Kofferempfänger u. a. m.

Als leicht faßliche Lektüre, die nicht mehr sein will als eine populäre Einführung in das Transistorgebiet, kann man das Büchlein all denen empfehlen, die die Transistortechnik als Hobby betreiben wollen oder sich aus beruflichen Gründen schnell einen kurzen Überblick über die mit der Verwendung von Transistoren zusammenhängenden Fragen verschaffen wollen. H.-J.-Thuy

DK 621.382.2 : 621.382.333.3

**Dioden-Transistoren.** Mit 177 S., zahlr. B., Format 15 cm × 21 cm. Valvo GmbH, Hamburg 1, Burchardstr. 19.

Die Broschüre bringt im Abschnitt „Typen und Merkmale“ der Einleitung gute Einteilungen und neue Bezeichnungen; klare Bilder zeigen Herstellung und Gestalt der Halbleiter. Die sonstigen Informationen über Halbleiter sind teils zu vereinfacht, zu gedrängt und willkürlich gereiht, um Unbewanderte in das Gebiet einführen zu können. Wertvoll sind die Tafeln mit ausführlichen Daten u. a. auch des Wärmewiderstandes, der Sperrschicht- und Umgebungsgrenztemperatur und der Anstiegszeit  $t_r$ , in der  $t_d$  nicht enthalten scheint (Einschaltzeit =  $t_d + t_r$ ). Statt  $u_{CE \text{ max}}$  wird die klarere Bezeichnung  $\dot{u}_{CE \text{ max}}$  vorgeschlagen.

Von großem allgemeinen Interesse sind die 33 Schaltbeispiele mit genauen Bemessungsangaben, eine Auswahl anhand der von der Firma geführten Halbleiter. Die Schaltungen 2, 3 und 4 gehören dem Fernsehgebiet an (Video-Demodulation; Ratio Detektor; Synchronisation), die Schaltungen 6, 10 bis 14 zum Rundfunk (Plattenspieler; Empfänger; Misch-, ZF-Stufe), Nr. 5, 15 bis 19, 21, 23 zur Meßtechnik (Meßgeneratoren, Multivibrator für „Und“-Gatter von Digitalrechnern; Schmitt-Trigger; phasenempfindlicher 8-W-Schalter für automatischen Brückenabgleich; Strahlungsmessung). Die übrigen Schaltungen betreffen sonstige FM-Gebiete z. B. Schallverstärkung (Schaltung 6 und 7), Photosteuerung (Schaltung 20), Regelung (Netzgerät Schaltung 24), Endstufen mit drei verschiedenen Leistungen jeweils in Ein- und Gegentakt (Schaltbild 8 a bis 8 g), Gleichspannungswandler (Schaltung 22 a bis 22 d). Bei letzteren sind solche von besonderer Kleinheit (a), mit lastunabhängiger Ausgangsspannung nach Krüger (b) bzw. mit Eintakt- oder Gegentakt-Spannungsverdopplung 200 V/10 W (c) und 250 V/30 W (d) am Ausgang enthalten.

Die zugefügten kurzen Beschreibungen lassen überall das Wesentliche erkennen. Die Broschüre ist also ein gelungener Beitrag zum Fachschrifttum und vor allem zur Einarbeitung in Transistorschaltungen zu empfehlen. C. Moerder

DK 621.316.7(024)

**Bauelemente der Regelungstechnik.** Von W. E. Frede. Mit 214 S., 207 B., 3 Taf., Format 17 cm × 24,5 cm. Carl Hanser Verlag, München 1961. Preis Ganzln. 32,— DM.

Mit dieser Schrift sollen in erster Linie die Entwicklungsingenieure und Konstrukteure angesprochen werden, die sich mit der Wirkungsweise der Regelkreisglieder zu befassen haben. Die gerätetechnische Seite wird dadurch nähergebracht, daß vorzugsweise Ausführung und Arbeitsweise der einzelnen Bauglieder, aber auch die Möglichkeiten ihres Zusammenwirkens beschrieben werden. Dem gesamten Regelkreis sowie den dynamischen Vorgängen in ihm ist weniger Beachtung geschenkt.

Im ersten Teil des Buches werden zur kurzen Einführung in die Theorie der Regelungstechnik die Grundbegriffe des Messens, Regels, Steuerns und der Automation erläutert, außerdem werden die Anordnung und Eigenschaften der Bauelemente im Regelkreis sowie die Übertragungsmittel beschrieben.

Im zweiten Teil findet man ausschließlich die Bauglieder der Regler, deren Konstruktion, Bau und Arbeitsweise sowie die Möglichkeiten ihres Zusammenwirkens. Hier geht der Verfasser ausführlich auf das Messen, die Meßwertgeber und Wandler ein, deren statische und dynamische Eigenschaften, auf Anordnungen mit Wandlereigenschaften, auf Geber und Wandler für Druck, für Differenzdruck und Menge, für Temperatur und Stellung, auf Geber für Viskosität, für Feuchte und Behälterstand sowie auf unabhängige Zeitglieder. Man findet grundlegende Hinweise über die Funktion von Leitungen und Verstärkern, zu Analog-Rechenoperationen, zu Reglern, Antrieben, Stellgliedern und wichtigem Zubehör sowie ganz allgemein zur Regelpraxis. Der Umfang ist auf die Regelung mit Hilfsenergie beschränkt. Technische Daten sind soweit angeführt, wie sie von den Herstellerfirmen preisgegeben wurden.



Insgesamt gibt das Buch mit seiner übersichtlichen, verständlichen und vielseitigen Darstellung einen recht umfassenden Überblick über die Bauelemente der Regelkreise in der Verfahrenstechnik. Es wird all den Ingenieuren gute Dienste leisten, die mit der Entwicklung und Wartung von Regelkreisen und ihrer Bauelemente zu tun haben.

H. Nacke

DK 621.382(023.12)

**Halbleiter.** Von H. Teichmann. B. I. Hochschultaschenbücher. Bd. 21. Mit 136 S., 55 B., Format 12,5 cm × 19 cm. Bibliographisches Institut, Mannheim 1961. Preis kart. 3,80 DM.

Dieses in der Reihe der B. I. Hochschultaschenbücher erschienene Büchlein ist als eine erste Einführung in das umfangreiche Gebiet der Halbleiter-Physik und -Technik gedacht. Es wendet sich sowohl an den interessierten Physiker und Techniker wie an den Studierenden und soll ein Bild von dem Umfang des Wissens- und Erfahrungsgutes der Halbleitertechnik vermitteln. Dabei beschränkt sich der Verfasser auf die heute bedeutendste Gruppe der Halbleiter-Werkstoffe, die elektronischen Halbleiter.

An der Darstellung ist die knappe und dabei anschauliche Form und eine geschickte Beschränkung auf nur wenige Formeln hervorzuheben. Sie ist ergänzt durch wohl ausgewählte Zeichnungen und Kurven.

Gemäß der im Vorwort vom Verfasser angedeuteten Absicht wird auf einem Mindestmaß an Voraussetzungen aufgebaut und ein verhältnismäßig breiter Raum den physikalischen Grundlagen der Festkörper- und besonders der Halbleiterphysik gewidmet. Man muß diesen Teil des Buches als den gelungensten bezeichnen, wegen der in technische Richtung weisenden Kapitel leider nicht völlig frei von sachlichen Ungenauigkeiten sind.

Auf die Grundlagen folgt eine Beschreibung der Wesenszüge des p-n-Überganges und der darauf aufbauenden Halbleiter-Bauelemente, der Dioden, Sperrschicht-Photozellen und des Transistors. Je ein Kapitel ist den Eigenschaften halbleitender Stoffe und deren Herstellungsverfahren gewidmet. Besondere Halbleiter-Bauelemente, Kennlinien und Schaltungen des Transistors mit einer kurzen Einführung über die Prinzipien der logischen Verknüpfungen für Digital-Rechenmaschinen und der Transistor als Vierpol sind Gegenstand weiterer Kapitel. Weiter wird kurz auf Hallgeneratoren, thermoelektrische Kühlelemente, Molekularverstärker und parametrische Verstärker eingegangen und schließlich die neueste Zielrichtung der Halbleitertechnik, die Miniaturisierung, angedeutet; das ist die Mikromodul-Technik und die Technik der Molekular-Elektronik.

Das Büchlein liefert somit einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Stand der Halbleitertechnik, wobei vieles natürlich nur angedeutet sein kann. Als erste Einführung ist es zu empfehlen.

R. Wiesner

DK 621.3.049.75(024)

**Gedruckte Schaltungen.** Technologie der Folienätztechnik. Von P. Eisler. Mit 391 S., 148 B., 13 Taf., Format 17 cm × 24,5 cm. Carl Hanser Verlag, München 1961. Preis Ganzln. 39,— DM.

Die deutsche Auflage des Werkes, bearbeitet von F. Schreiber, S. Haid, J. Klefner und H. Larsen, liefert eine in alle Einzelheiten gehende Beschreibung der Folien-Ätztechnik, die heutzutage bei der Herstellung elektronischer Geräte weitgehend verwendet wird. Der enge Anteil des Verfassers an der Entwicklung dieser Verfahren erlaubt es ihm, die Darstellung wesentlich durch historische Bemerkungen und Betrachtungen zu würzen.

Die ersten fünf Kapitel des Buches befassen sich mit der Geschichte der gedruckten Schaltungen, der Wahl der Verfahren, den grundsätzlichen Produktionsmethoden und der Fertigungsfolge. Daraufhin werden die verschiedenen Druck- und Herstellungsverfahren wie auch die Laboratoriumstechnik für die Zubereitung von gedruckten Schaltungen (von G. Parker) und ihr Entwurf beschrieben. Es folgen Behandlungen von Spezialfragen: Bauelemente für die Bestückung der Schaltungen, Instandsetzungen, Bestückungsmaschinen, Regenerierung des Ätzmittels, Vergleich zwischen Folienleitern und Runddraht, Miniaturisierung, gedruckte Bauelemente und Mikrowellenschaltungen (von R. M. Barrett). Die Darstellung wird abgeschlossen mit einer allgemeinen Betrachtung über die Rolle der gedruckten Schaltungen in der elektronischen Industrie. Sieben Anhänge bringen technische Einzelheiten und Rechnungen. Ferner enthält ein Schrifttumsverzeichnis (von K. Bourton) 487 Titel, welche die Entwicklung bis zum Jahr 1958 wiedergeben.

Diese praktische und klare Darstellung eines aktuellen Themas sollte von einem weiten Leserkreis begrüßt werden.

E. G. Ramberg

Abschluß des Heftes 6. Oktober 1961

Schriftleitung: Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341, Fernschreiber (Telex) 04-12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacotet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341.

DK 539.16.043 : 614.8

**Strahlengefahr und Strahlenschutz.** Von O. Höfling. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Taschenbücher. Bd. 1/2. Hrsg. O. Höfling. Mit 248 S., 43 B., Format 12,5 cm × 19 cm. Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn 1961. Preis kart. 5,80 DM.

Die Lage auf dem Gebiete des Strahlenschutzes und die äußerst verschiedenartige Beurteilung der Strahlengefahr, die selbst für den Fachmann erhebliche Schwierigkeiten bietet, hat der Verfasser in der Einleitung zu seinem vortrefflichen Büchlein richtig und klar beleuchtet. Er hat sich die Aufgabe gestellt, die physikalischen Grundlagen des behandelten Wissensgebietes, seine biologischen Grundlagen und die Praxis des Strahlenschutzes leicht verständlich, aber mit wissenschaftlicher Zuverlässigkeit darzustellen. Dem Verfasser des bekannten Lehrbuches der Physik ist dies in ausgezeichneter Weise gelungen. Der schwierige Stoff wird, unterstützt von rund 40 Abbildungen und zahlreichen Tafeln, unter Verwendung anerkannter Quellen knapp und anschaulich dargeboten. Grundsätzliche und wichtige Feststellungen sind im Fettdruck hervorgehoben.

Der Leser, der die sehr empfehlenswerte kleine Schrift durchstudiert hat, kann sich ein Bild von dem Wesen der Strahlengefahr sowie den Aufgaben und Möglichkeiten des Strahlenschutzes machen, wie es ihm in dieser Kürze nicht besser geboten werden kann. Eine geschickte Auswahl aus der unübersehbaren Strahlenschutzliteratur ermöglicht ein weiteres Eindringen in das Gebiet. Sehr zu begrüßen ist auch das ausführliche Sachverzeichnis.

R. G. Jaeger

## BUCHINGÄNGE

**Kurzzeichen und Benennungen isolierter Starkstromleitungen und -kabel.** Nach dem Stand vom 1. August 1961. Bearb. im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V. von J. Saß. Mit 20 S., Format 15 cm × 21 cm. VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 1961. Preis kart. 2,— DM.

**Der Unfall als Lehre zur Sicherheit.** Mit 153 S., zahlr. B., Format 17 cm × 24 cm. Hrsg. Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln; beziehbar durch die Hauptverwaltung Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 130. Preis brosch. 3,20 DM.

**Die Chemische Industrie und ihre Helfer.** 1961. Mit 450 S., Format 21 cm × 30 cm. Hrsg. K. R. Selka. Industrieschau-Verlagsgesellschaft mbH, Darmstadt 1961. Preis Halbln. 19,50 DM.

**Die Kunststoff-Industrie und ihre Helfer.** 1961. Mit 750 S., Format 21 cm × 30 cm. Hrsg. K. R. Selka. Industrieschau-Verlagsgesellschaft mbH, Darmstadt 1961. Preis Halbln. 18,50 DM.

**ABC der deutschen Wirtschaft.** Quellenwerk für Einkauf—Verkauf. 1961. Mit 3000 S., Format 21,5 cm × 30 cm. Hrsg. K. R. Selka. Industrieschau-Verlagsgesellschaft mbH, Darmstadt 1961. Preis Ganzln. 24,— DM.

**Arbeitsschutz-Vorrichtungen** entsprechend den Sicherheitsregeln für die Durchführung von Arbeiten an elektrischen Anlagen. Hrsg. Gerd Schillings, Fabrik für Elektrizitätsbedarf, Landshut/Bay.

**National Bürsten-Fibel.** Hrsg. Morelisse GmbH, Krefeld.

**Wahlvermittlungstechnik.** Von R. Führer. 5. völlig überarb. Aufl. von „Grundlagen der Fernsprechschaltungstechnik“. Mit 276 S., 160 B., Format 15 cm × 21,5 cm. Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 1961. Preis Ganzln. 19,50 DM.

**Sonnen-Energie.** Von H. Rau. 2. erw. Aufl. Mit 178 S., zahlr. B. Format 14,5 cm × 22 cm. Krausskopf-Verlag, Wiesbaden 1961. Preis Ganzln. 12,80 DM.

**Die Telefonen-Röhre.** H. 39. Mit 157 S., zahlr. B. u. Taf., Format 14,5 cm × 21 cm. Hrsg. L. Brück. Franzis-Verlag, München 1961. Preis kart. 7,20 DM.

**Berichte der Arbeitsgemeinschaft Ferromagnetismus 1960.** Mit 82 S., zahlr. B., Format 21 cm × 30 cm. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft Ferromagnetismus und Gemeinschaftsausschuß der folgenden Gesellschaften: Deutsche Gesellschaft für Metallkunde e. V., Werkstoffausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften e. V. Verlag Stahl Eisen mbH, Düsseldorf 1961. Preis Ganzln. 18,— DM.

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-A vom 9. Oktober 1961  
Heft 21

H. Baatz: Praxis der Sternpunktbehandlung in den verschiedenen Ländern für Netze mit Betriebsspannungen von 110 kV und darunter.

R. Mestermann: Die Behandlung des Sternpunktes in städtischen Kabelnetzen.

H. Böhm: Erfahrungen mit der Sternpunktterdung eines 110-kV-Stadtnetzes. Diskussionsbeiträge zu den vorstehenden Aufsätzen.

Schluß des Textteiles

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01-84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 14,— DM, für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 10,— DM; Ausgabe A und B zusammen 34,— DM, für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 24,— DM. Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7